

Programa: Protección del Medio Ambiente y desarrollo sostenible  
Agencia de Medio Ambiente

**OBRA CIENTÍFICA:**

**BASES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS PARA EL  
ANÁLISIS AMBIENTAL EN CUBA**

COMPILADORES:

María del Carmen Martínez Hernández y Jorge Ángel Luis Machín

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA TROPICAL, CITMA

LA HABANA, 2000

**Programa:** Protección del Medio Ambiente y desarrollo sostenible

**Proyecto:** Teoría de Métodos para el Análisis Ambiental Código: 3068

**Instituciones que participaron:**

Instituto de Ecología y Sistemática, Instituto de Oceanología, Centro de Inspección y Control Ambiental, Instituto de Geografía Tropical, Instituto de Geografía Tropical, Reserva Ecológica Varahicacos, CENCREM y UMA Sancti Spíritus

**Autores principales:**

María del C. Martínez Hernández

Jorge A. Luis Machín

Jorge Luis Díaz Díaz

Marisela Quintana Orovio

Miriam Arcia Rodríguez

Carmen Mosquera Lorenzo

Eugenio Molinet de la Vega

Margarita Fernández Pedroso

Grisel Barranco Rodríguez

Daysi Vilamajó Alberdi

Sara Interián Pérez

Pedro M. Alcolado

Angel Priego Santander

Alfredo Cabrera Hernández

Orlando Novúa Alvarez

Leslie F. Molerio León

Julia Rosa González Garciandía

**Coautores:**

José Mateo Rodríguez

María Luisa González González

Augusto Martínez Zorrilla

Armando de la Colina Rodríguez

Leosdani Lima Cazorla

Antonio Perera Puga

Beatriz Martínez-Daranas

Horacio Chamizo García

Juan Ferrari Rizzo

Miguel A. Vales García

Sonia Montiel Rodríguez

Arnoldo Oliveros Blet

Miriam Jordán Díaz

Mario Gutiérrez Padrón

María Antonia Niebla

Alberto Florido Trujillo

Ana C. Travieso Bello

Román Paz

Bárbaro V. Moya

Teresa Segura Cisnero

## CONTENIDO

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE .....	5
I.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA RELACIÓN HOMBRE - NATURALEZA Y SURGIMIENTO DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES.....	6
• Interrelación del hombre y la naturaleza .....	6
I.2. EVOLUCIÓN DEL TÉRMINO MEDIO AMBIENTE .....	12
I.3. ANTECEDENTES MUNDIALES Y NACIONALES DEL ANÁLISIS AMBIENTAL .....	25
• Ciencias bases para el análisis ambiental y sus enfoques actuales .....	25
Geografía del paisaje .....	27
Estudios ambientales de montañas .....	28
Geografía del medio ambiente .....	28
• Enfoques actuales para el análisis ambiental .....	30
CAPÍTULO II. EL MEDIO AMBIENTE CUBANO .....	33
II.1. HISTORIA AMBIENTAL DE CUBA .....	34
• Períodos en la historia ambiental de cuba. Su determinación .....	34
II.2. MARCO INSTITUCIONAL, LEGAL Y NORMATIVO DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA .....	54
• Marco institucional.....	66
Administración central .....	66
• Marco legal .....	68
II.3. LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE CUBA: ORIGEN, CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS .....	80
• Orígenes y situación mundial de las áreas protegidas.....	80
• Conceptos fundamentales vinculados a las áreas protegidas.....	81
• Formación histórica de las áreas protegidas .....	82
• Áreas Protegidas Propuestas por el Centro Nacional de Áreas Protegidas para Cuba.....	85
• <i>Parque Nacional</i> .....	88
II.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS MARINOS COSTEROS DE CUBA .....	96
• Arrecifes coralinos.....	96
• Pastos marinos.....	105
• Fondos fangosos.....	108
• Fondos arenosos.....	110
• Manglares.....	111
• Interacciones entre ecosistemas marinos costeros .....	116
CAPÍTULO III. ENFOQUES Y CONCEPCIONES INTEGRADORAS EN EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA .....	118
III.1. EL ENFOQUE GEOHISTÓRICO EN LAS INVESTIGACIONES AMBIENTALES.....	119
• La historia ambiental. Necesidad de su implementación en los estudios ambientales. ....	120
• Fuentes para el estudio de la historia ambiental. Clasificación de las fuentes. Localización de las fuentes. Fuentes documentales. Fuentes cartográficas.....	121
Periodización de la transformación del medio ambiente .....	125
• Propuesta de una metodología para las investigaciones de historia ambiental .....	126
III.2. DESARROLLO Y APLICACION DE LA GEOGRAFIA DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA. ....	129
La geografía del medio ambiente en Cuba.....	130
III.3. LA CONCEPCIÓN DE LOS PAISAJES: UNA VISIÓN INTEGRADORA DE LA NATURALEZA Y LA SOCIEDAD .....	135
• Evolución y actualidad de los paisajes.....	135
• Sistematización científica de los paisajes. Unidades tipológicas e individuales.....	137
• El análisis paisajístico. Génesis y estructura de los paisajes. ....	138
• Concepción metodológica de los paisajes.....	142
• La síntesis de los paisajes en la protección y utilización sostenible de los territorios. ....	143
• Investigación y aplicación práctica de los paisajes en cuba. ....	145
III.4. ENFOQUE DE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE EN CUBA .....	147
• Evolución del concepto de paisaje .....	154
• Fundamentos básicos del enfoque ecopaisajístico.....	157
• Concepto de Paisaje Geográfico.....	159

• Acepciones actuales de la Ecología del Paisaje. Modificado de Mateo (1991).....	160
• Las propiedades generales de los paisajes.....	161
• Validación de los paisajes como ecosistemas geográficos. Su estructura y composición.....	163
• Cartografía y caracterización de los paisajes. Análisis ecológico del paisaje.....	165
• Análisis ecológico del paisaje.....	168
Clasificación tipológica e individual de los paisajes.....	168
III.5. ALGUNAS HERRAMIENTAS DEL ANÁLISIS AMBIENTAL.....	176
• La investigación.....	176
• Análisis de amenazas.....	182
• Análisis de problemas y oportunidades.....	183
III.6. SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA EL ANALISIS AMBIENTAL. DOCUMENTACION METODOLOGICA Y FUNCIONAL.....	186
• Elementos del medio ambiente. Indicadores.....	187
• Los sistemas de información geográfica (SIG).....	189
• Aplicación a escala nacional para Cuba.....	190
• Adquisición de los datos e informaciones necesarias.....	190
• Características de los datos.....	192
CAPÍTULO IV. INTERRELACIONES DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE.....	210
IV.1. RELIEVE - MEDIO AMBIENTE.....	212
• Principales interrelaciones del relieve dentro del medio ambiente.....	212
• El relieve en los estudios medioambientales.....	213
• Principales indicadores para el análisis ambiental.....	214
• Relaciones del relieve con el medio ambiente.....	216
• Evaluación geomorfológica para el manejo sostenible de un territorio.....	217
IV.2. EL CLIMA DESDE LA PERCEPCIÓN DE LA GEOGRAFÍA DEL MEDIO AMBIENTE.....	218
• El clima y el medio ambiente. Un acercamiento a la fundamentación teórico- metodológica.....	219
• El clima. Orientación investigativa de significación ambiental.....	222
• Las características generales del clima.....	223
• Las potencialidades climáticas como recurso.....	224
IV.3. CONTAMINACION ATMOSFERICA.....	227
Concentración.....	227
• Fuentes del CO.....	228
• <i>Fuentes naturales del CO</i> .....	228
• <i>Concentración y distribución del CO</i> .....	229
• Evaluación de la calidad del aire.....	233
• Estaciones de monitoreo y técnicas.....	234
IV.4. SUELOS – MEDIO AMBIENTE.....	236
• Los suelos en los estudios medioambientales.....	236
• Relaciones de tipo suelos - medio ambiente y principales indicadores para el análisis ambiental: 236	237
• Relaciones negativas entre los elementos del medio ambiente y los suelos:.....	237
Evaluación edafológica para el aprovechamiento sostenible de un territorio:.....	240
IV.5. DEFINICION E IDENTIFICACION DE LOS INDICADORES HIDROAMBIENTALES.....	242
• El agua en el sistema ambiental.....	271
• Definición de indicadores hidroambientales.....	273
• Indicadores físico-geográficos.....	274
• Indicadores hidrológicos.....	275
• Indicadores físico-químicos.....	277
• Indicadores biológicos.....	278
• Indicadores socioeconómicos.....	279
• Indicadores de salud y nutrición.....	279
• Indicadores culturales.....	280
• Indices hidroambientales.....	281
• Indices de Recursos.....	282
• Indices ecológicos.....	283
• Índices sociales, económicos y culturales.....	284

• Matrices de evaluación de impactos sobre el régimen y la calidad de las aguas subterráneas 285	
IV.6. ANÁLISIS AMBIENTAL DEL MEDIO MARINO costero .....	292
• Algunos indicadores bióticos y abióticos .....	294
• Pastos marinos .....	297
Intervalo plástocrono y productividad específica por haz de <i>Thalassia testudinum</i> .....	297
IV.7. CONTRIBUCIÓN AL ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN DESDE UNA PERSPECTIVA AMBIENTAL .....	307
• Interacción vegetación- medio ambiente .....	308
Efecto negativo sobre la vegetación .....	310
V.8. EVALUACION DE LA FAUNA SILVESTRE PARA UN DIAGNOSTICO ADECUADO DEL MEDIO. UNA CONTRIBUCION AL ANALISIS AMBIENTAL .....	313
V.8. EVALUACION DE LA FAUNA SILVESTRE PARA UN DIAGNOSTICO ADECUADO DEL MEDIO. UNA CONTRIBUCION AL ANALISIS AMBIENTAL .....	313
V.9. Estabilidad ecológica. Análisis de la evolución del término y principales definiciones. Utilidad en el análisis ambiental. ....	315
• Metodología .....	318
• Estabilidad de los ecosistemas de Cuba. ....	320
V.10. Agricultura .....	322
V.11. INDUSTRIA .....	328
IV.12. ALGUNAS PARTICULARIDADES DEL ESTUDIO DEL TRANSPORTE EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES. ....	333
Dra. Sara Interián Pérez .....	333
<b>Impactos directos</b> .....	333
<b>Impactos indirectos</b> .....	333
IV.13. EL TURISMO y la recreación. Una valoración ambiental de oportunidades y riesgos .....	337
• Recreación- turismo. Algunos apuntes conceptuales desde la geografía del medio ambiente	337
• Dimensión ambiental de la recreación .....	338
• Dimensión ambiental del turismo .....	339
IV.14. POBLACION- MEDIO AMBIENTE .....	344
• La población como sistema .....	345
• Población, sociedad y medio .....	346
• Evolución y desarrollo de la población. ....	347
• Interrelación población- medio ambiente. ....	348
• Indicadores y parámetros necesarios para los estudios ambientales. ....	350
• Indicadores para el análisis de la población. ....	351
• Impactos de la población sobre el medio ambiente. ....	354
Efecto negativo .....	354
• Impactos ambientales posibles sobre la población y acciones que los pueden provocar .....	355
IV.15. CRITERIOS PARA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE CIUDADES INTERMEDIAS .....	357
• Dimensión del Medio Ambiente Natural. ....	362
• Dimensión del Medio Ambiente Construido. ....	363
• Dimensión socioeconómica del medio ambiente. ....	364
IV.16. LA INTERRELACION SALUD-MEDIO AMBIENTE EN EL ANÁLISIS AMBIENTAL. ....	367
• La contaminación ambiental. Algunos criterios metodológicos para su estudio. ....	368
• Parámetros para caracterizar la salud de la población: .....	369
IV.17. LA UNIDAD PARA EL ANÁLISIS AMBIENTAL .....	371
• Ciencias bases para el análisis ambiental y sus enfoques actuales .....	371
• Enfoques actuales para el análisis ambiental. Modos de abordar la unidad de síntesis ambiental. ....	377
• Resultados de la aplicación de los diferentes enfoques en Cuba .....	377
• Unidad funcional ambiental .....	378
CAPÍTULO V. GESTIÓN AMBIENTAL .....	392
VI.1. EL ANÁLISIS AMBIENTAL COMO BASE DE LA GESTION AMBIENTAL .....	393
V.1. La Gestión ambiental como premisa para la calidad ambiental y de vida. Aspectos metodológicos y prácticos según la experiencia cubana. ....	395

Sistema de gestión ambiental regional .....	396
• Base conceptual para la implementación de un sistema de gestión ambiental regional.....	398
• Procedimiento para la implantación de un sistema de gestión ambiental en un asentamiento	399
• Consideraciones finales .....	401
V.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	402
• Definición y tipos de impacto ambiental.....	402
• Objetivo de la evaluación de impacto ambiental.....	403
• Categorías de proyectos .....	404
• Problemas en la aplicación de la EIA.....	406
• Aspectos prácticos de la EIA.....	408
• Efectos acumulativos o de largo alcance de los impactos.....	417
• Balance costo-eficiencia de la EIA.....	417
• Estudios medioambientales de la EIA.....	418
• Instrumentación de la toma de decisiones.....	420
CAPÍTULO VI. CASOS DE ESTUDIO .....	421
VI.1 EL DESARROLLO DEL ENFOQUE GEOSISTÉMICO EN LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE REVITALIZACIÓN DE LA HABANA VIEJA. ....	422
• Política ambiental en la habana vieja y su entorno.....	423
VI.2. EL PATRIMONIO CULTURAL DE TRINIDAD Y SU VALLE DE LOS INGENIOS: UNA PROPUESTA DE TURISMO RURAL. ....	428
• Bosquejo historico del valle de los ingenios.....	429
• Caracterización de la población y su actividad económica y social.....	432
• Inventario de los Recursos Naturales y de los Valores Patrimoniales.....	436
• Instrumentos de aplicación.....	440
• Comisión de Manejo Ambiental.....	444
VI.3. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXTRACCION DE TURBA DEL YACIMIENTO DE LA CIENAGA DE ZAPATA .....	449
• Desarrollo de la evaluacion de impacto ambiental.....	466
• Informe del Estudio de Impacto Ambiental .....	468
1- Alternativas.....	469
2- Medidas preventivas y correctivas (Medidas de mitigación) .....	470
3- Control y monitoreo .....	471
Control de calidad de aguas permanente .....	471
• Consideraciones finales .....	472
VI.4. IMPACTOS AMBIENTALES POR LA ENTREGA DE TIERRAS EN USUFRUCTO EN UN SECTOR DE LA SUBCUENCA HANABANILLA.CUBA .....	474
• Marco teorico-conceptual.....	488
• Identificación y caracterización de los impactos ambientales.....	492
• Impactos ambientales identificados con el desarrollo agropecuario.....	507
• Los impactos ambientales identificados con la reanimación al cultivo del café son:.....	507
• Impactos ambientales identificados con el desarrollo de la infraestructura técnica .....	512
• Impactos ambientales identificados con el desarrollo constructivo de las viviendas.....	513
• Dinamica de los impactos ambientales .....	515
• Valoracion de los impactos ambientales .....	517
• Conclusiones .....	519
• Recomendaciones.....	520
• Consideraciones finales .....	525
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	527

---

## INTRODUCCIÓN

Las actuales afectaciones al medio ambiente producto de la actividad socioeconómica, constituyen un importante punto de partida para el estudio de la interacción del hombre y la naturaleza, que ha ido en aumento aceleradamente en las últimas décadas y cuyas bases científicas se pueden considerar aun como muy poco elaboradas, teniendo en cuenta el escenario actual de constante desarrollo científico – técnico.

Y es este propio progreso científico - técnico acelerado, el que a la vez intensificó la transformación del medio, puso al descubierto la escasez de nociones sobre las propiedades fundamentales de la naturaleza, los procesos y fenómenos naturales y socioeconómicos y los mecanismos de autorregulación y de control de la degradación.

Es a partir de la década de los 80, que se comienza a tomar conciencia de la verdadera importancia del tema y comienzan a desarrollarse en Cuba los trabajos de análisis ambiental (a pesar de que existen anteriores), impulsados por la necesidad de armonizar la acelerada modificación del medio ambiente que aun está teniendo lugar, con la conservación de su capacidad de autorregulación.

El *análisis ambiental* es la evaluación del medio ambiente a partir de la utilización socioeconómica de la naturaleza por el hombre sobre la base del estudio de los diferentes elementos del sistema del medio ambiente, su evolución y sus interrelaciones, para conocer su estado de afectación y de conservación y poder utilizar este conocimiento científico para una gestión ambiental adecuada. Este análisis brinda una base objetiva para la toma de decisiones y la realización de nuevos proyectos, la elaboración de planes de ordenación y manejo de los territorios evitando, corrigiendo o reduciendo los impactos negativos. Es parte de los estudios de impacto ambientales, las auditorías ambientales y otras cuestiones referentes a la gestión y la política ambiental.

La gestión ambiental por su parte encierra todo el conjunto de actividades, mecanismos acciones e instrumentos dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente, y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana (CITMA, 1997).

Independientemente de que aparezcan diferentes conceptos de medio ambiente en los artículos que se compilaron como análisis y reflexión de los autores, este concepto está definido por la ley No. 81 de Medio Ambiente de 1997 de la República de Cuba como: “sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades”.

Esta obra, se ha propuesto hacer un compendio de los principales enfoques teóricos metodológicos que existen en el país para el análisis ambiental, sin pretender ser lo suficientemente abarcadora como para agotar todo el universo de formas y maneras de abordar los estudios medioambientales. Representa más bien una compilación de artículos ordenados de manera tal que se consiga aunar esfuerzos y organizar los conocimientos fundamentales para el análisis ambiental, partiendo de que el estudio del medio ambiente resulta ser sumamente complejo y de que son muchas las disciplinas con las que hay que interactuar para



poder hacer un análisis de tipo sistémico e integral, pero sobre todo objetivo. En algunos casos incluso se han podido validar los procedimientos metodológicos, con ejemplos prácticos de su aplicación.

Por otro lado, teniendo en cuenta que resulta sumamente complicado tener a mano todo lo que se ha hecho y se hace en Cuba en cuanto a investigaciones medioambientales, se pretende poner a disposición de todos, una obra que recoja variados artículos, realizados incluso con diferentes enfoques, pero con el objetivo común de promover un análisis del medio ambiente que resulte eficaz para la gestión proteccionista y el manejo sostenible; se decidió así mismo incluir artículos que aunque pudieran parecer fuera del hilo conductor, por su importancia, resultan de necesaria referencia a la hora de abordar un estudio ambiental específico. Sabemos además que quedan por referir meritorios trabajos que no se pudieron incluir en el material, por razones ajenas a nuestra voluntad. Esperamos sinceramente que esta no sea la única compilación que se haga para nuestro país, ya que son muchas las prestigiosas instituciones y organizaciones nacionales que realizan una labor ambientalista, atinada en mayor o menor medida, sobre prácticamente todo el territorio nacional.

Sirva pues este modesto y a la vez ambicioso intento, para contribuir al entendimiento y evaluación de los problemas ambientales, desde un punto de vista integral, que permita desentrañar la concatenación de procesos y fenómenos del medio ambiente.

Debemos aclarar que existen trabajos precedentes que abordaron exitosamente problemas ambientales a escala local, nacional, regional o planetaria, los cuales sirvieron como antecedentes, a la hora de recurrir a la experiencia acumulada durante años de arduo trabajo, por parte de diferentes instituciones, con sus propios enfoques y métodos de análisis ambiental. De tal manera hemos querido propiciar y potenciar el tan anhelado y a la vez difícil de alcanzar: *desarrollo sostenible*<sup>1</sup>.

Así por ejemplo, se realiza la sección de Medio Ambiente del Nuevo Atlas Nacional de Cuba (primera de su tipo para nuestro país y para la región de Latinoamérica), que bajo el enfoque geosistémico, abrió el camino para la formulación de numerosas propuestas de manejo optimizado del medio natural, a diferentes escalas de trabajo, en diferentes localidades del territorio nacional, las cuales se ofrecieron a modo de recomendaciones a las autoridades locales con poder de decisión.

Entre los trabajos más relevantes de análisis ambientales realizados se encuentran el Estudio ambiental en el Municipio Los Palacios como modelo regional (González et al., 1989) donde se aplicó la metodología del CAME, bajo la asesoría del Instituto Geográfico de Brno, adaptada a las condiciones físico-geográficas y socioeconómicas de Cuba. Como resultado de este estudio en el año 1994, se publica el libro: "Geografía del medio ambiente. Una alternativa para el ordenamiento ecológico", que constituye el principal antecedente de esta obra, dirigida por L. González, y realizada por el colectivo de autores del Departamento de Medio Ambiente del

---

<sup>1</sup> Desarrollo sostenible: proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (CITMA, 1997).

---

Instituto de Geografía, donde se plasma la experiencia acumulada a través de varios años de análisis ambiental.

Durante la realización de los trabajos anteriores se hicieron análisis que condujeron a un acercamiento a la teoría de los paisajes, obteniéndose algunos resultados (Lacina y Martínez, 1989; Luis y Martínez, 1990, etc.) aplicados al estudio realizado en el modelo regional Los Palacios.

Siguiendo este mismo enfoque con la incorporación de nuevos elementos en los análisis se realizaron los siguientes trabajos: El desarrollo del enfoque geosistémico en la gestión medioambiental de revitalización de la Habana Vieja (Molinet, 1998), Caracterización de la cuenca del Cauto (Barranco, inédito) y El patrimonio cultural de Trinidad y su Valle de los Ingenios: una propuesta de turismo rural (Molinet, inédito), entre otros.

Paralelamente la Geografía de los paisajes fue aplicada y desarrollada desde finales de la década del 70 por la Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana, con asesoría soviética y contó con numerosas aplicaciones en el ordenamiento territorial a nivel local, provincial e internacional; así como ha sido extendida a muchas instituciones del país a través de cursos de pre y postgrado, publicaciones, maestrías y doctorados. Actualmente el enfoque paisajístico ha derivado en la Geología de los Paisajes.

El Instituto de Ecología y Sistemática por su parte ha desarrollado la teoría ecosistémica, propiciando en determinado momento un acercamiento o integración con el enfoque paisajístico, no así con el geosistémico, ya que este primero le ofrecía mayores ventajas en el estudio y protección de la componente biótica del medio ambiente, consolidándose así el denominado enfoque Geoecológico o de la Geoecología de los paisajes, el cual ha sido aplicado en numerosos trabajos de esta institución.

Al compilar esta obra y analizar los diferentes enfoques para el análisis ambiental resulta evidente que estos cumplen las expectativas dependiendo del medio que se ha de analizar complementándose entre ellos, por lo que no creemos conveniente la desintegración de los mismos individualmente para crear un nuevo enfoque, al menos al nivel de valoración a que hemos llegado como resultado de este compendio. Hasta el momento siempre se han defendido los enfoques integralmente resaltando los valores de unos y buscando las deficiencias de los otros, sin pensar que cada uno tiene un buen fundamento científico dentro del campo en que fue desarrollado, y que debe propiciarse una interacción entre ellos sin perder cada uno su propia integridad, lo cual confiere novedad científica a la presente compilación.

Estas valoraciones y reflexiones teóricas y metodológicas para el análisis ambiental han sido y son muy discutidas en el ámbito de las investigaciones ambientales, de ahí la importancia y pertinencia de abordar este tema.

Solo con la conciliación oportuna inter e intradisciplinaria, podremos modelar y conocer a fondo los procesos y fenómenos que rigen el estado del medio ambiente, para consecuentemente estar en posición de controlarlos y de detener, evitar o revertir incluso, aquellos que pongan en peligro la salud o incluso la supervivencia del hombre, la pluralidad y variedad de ecosistemas, poblaciones, especies, paisajes, geformas, etc.

La Obra se encuentra estructurada de la siguiente manera:

---

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE, en el mismo se aborda la evolución de la relación hombre – naturaleza, los antecedentes del análisis ambiental y se reflexiona acerca del concepto del medio ambiente.

CAPÍTULO II. EL MEDIO AMBIENTE CUBANO, se hace una breve reseña de la historia ambiental de Cuba, se abordan las características de su sistema de áreas protegidas, sus ecosistemas marinos costeros principales y el marco Institucional, legal y normativo del medio ambiente; así como se analiza la gestión ambiental como premisa para la calidad ambiental y de vida.

CAPÍTULO III. ENFOQUES Y CONCEPCIONES INTEGRADORAS EN EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA, en el se plantea la evolución de las investigaciones ambientales, los principales enfoques desarrollados en el país, algunas reflexiones sobre el análisis ambiental y la aplicación de los SIG como herramienta para estos análisis.

CAPÍTULO IV. INTERRELACIONES DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE, este capítulo aborda el estudio de los elementos e interrelaciones que conforman el medio ambiente.

CAPÍTULO V. GESTIÓN AMBIENTAL, se plantean los diferentes instrumentos de la gestión ambiental en Cuba.

CAPÍTULO VI. CASOS DE ESTUDIO, se relacionan tres ejemplos de la aplicación del análisis ambiental.

CONSIDERACIONES FINALES, se hace una valoración general de la obra.

#### BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

La presente compilación, si bien por razones obvias no puede abarcar todo lo que se está haciendo o se ha hecho en nuestro país en materia de análisis ambiental, busca labrar un camino seguro y firme para los posteriores trabajos de corte ambientalista, sin truncar por supuesto la necesaria variedad de puntos de vistas y de modos de hacer, pero poniendo a buen recaudo todo lo que de positivo tiene el camino ya trillado.

Sirva pues este libro como plataforma para futuras investigaciones y análisis ambientales y no quede inconcluso su objetivo, solo para enmarcar o encasillar algo que no podrá nunca ser esquematizado por su propia dinámica y evolución constante: la gestión ambiental.

De ahí que el objetivo general del proyecto que dio origen al presente libro no sea otro que consolidar el conocimiento científico en cuanto a la interrelación de los elementos del sistema naturaleza - sociedad con el propósito de brindar una base conceptual y metodológica para el análisis ambiental que contribuya a la solución de los problemas del medio ambiente y al desarrollo sostenible.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE

## **I.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA RELACIÓN HOMBRE - NATURALEZA Y SURGIMIENTO DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES.**

Marisela Quintana Orovio y María del Carmen Martínez Hernández

El pronóstico de afectación al medio ambiente con relación a la actividad económica intensa constituye un importante problema, cuyas bases científicas hay que continuar desarrollando. El progreso técnico y la intensificación de la influencia antrópica en la naturaleza pusieron al descubierto la escasez de las nociones sobre las propiedades fundamentales de la naturaleza que nos circunda sobre las formas y los niveles de su organización y los mecanismos estructuradores de su autorregulación.

En el presente trabajo se hace una breve reseña de como la interacción del hombre y la naturaleza no ha permanecido invariable, ha ido aumentando su influencia en la naturaleza simultáneamente con sus posibilidades para utilizar los recursos naturales.

Este trabajo brinda de forma concreta un conocimiento general sobre el surgimiento de los problemas ambientales dados por la relación hombre-naturaleza, así como aspectos de los riesgos industriales y el desarrollo de la industria con fines militares que amenaza constantemente a los pueblos y con ello el rompimiento del equilibrio ecológico cuando se hace efectiva esta amenaza.

- **Interrelación del hombre y la naturaleza**

La influencia del hombre sobre la naturaleza se hizo cada vez más profunda y expansiva a medida que se perfeccionaba los medios de producción. Cada civilización ha ido dejando su huella en la naturaleza producto de que esta ha sido la proveedora de las sustancias y materiales necesarios para su vida y desarrollo.

En las condiciones de vidas naturales donde evoluciono el Homo sapiens, comenzó por ser un cazador-recolector y paulatinamente fue ayudándose de instrumentos que se encontraba hasta pasar a la manipulación consciente y deliberada de la naturaleza, aprovechando el alimento vegetal y domesticando los animales; no obstante el desarrollo técnico era muy escaso, lo que hacia que las influencias del hombre sobre la naturaleza fueran iguales a la del resto de las especies no racionales, encontrándose en equilibrio con la misma.

El hombre comenzó a hacerse sedentario con el inicio de los cultivos de las plantas y el surgimiento de animales domésticos, cosa que cambio la relación hombre-naturaleza al aumentar su acción destructiva, desmontando terrenos para sembrar, estableciendo asentamientos y teniendo los rebaños en áreas de terrenos extensos.

Mas tarde comenzaron a desarrollarse las grandes agrupaciones sedentarias de seres humanos que trajo como consecuencia una alimentación pobre, aparición de enfermedades infecciosas como el tifus, el cólera, la peste, etc., continuo aumentando la utilización de la naturaleza por el hombre y su influencia sobre ella progresivamente.

El trabajo ejecutado a través de técnicas dañinas desde el punto de vista ecológico, es la principal causa del deterioro del medio ambiente. En la mayoría de los casos la destrucción de la naturaleza esta vinculada a este tipo de explotación.

Según iba transcurriendo el tiempo el hombre perfeccionaba mas sus medios de trabajo, pudiendo explotar mejor la naturaleza. Destruye ecosistemas estables para establecer cultivos de plantas que a la inversa de la vegetación natural necesitaban invertir toda una serie de recursos para hacerlos productivos y evitar plagas que las biocenosis naturales no necesitaban ya que existían controladores desarrollados a través de millones de años de evolución.

Con la revolución científico técnica aumenta la interrelación del hombre y la naturaleza que trae consigo:

- aumento de la demanda de recursos naturales
- la contaminación del medio por desechos de la producción y el consumo
- la necesidad de abastecimiento energético de la humanidad
- la creación de nuevas sustancias y surgimiento de nuevas ramas de la producción
- la intensificación de la producción agrícola
- la urbanización.

El medio ambiente ya tan solo no es naturaleza, es también el producto de la sociedad, la amenaza es real; la producción industrial moderna crea materiales nuevos que originan desechos nuevos, para algunos de los cuales el organismo humano no ha sido preparado en el proceso de evolución; entre los diez agentes químicos principales de contaminación tenemos: **el dióxido de carbono** originado en los procesos de combustión de la producción de energía, de la industria y de la calefacción domestica; **el Monóxido de carbono** producido por las combustiones incompletas como las de la siderurgia, las refinerías de petróleo y los vehículos de motor; **el dióxido de sulfuro** proveniente de centrales eléctricas, de las fábricas, de los automóviles y del combustible de uso doméstico; **los óxidos de nitrógeno** se producen por los motores de combustión interna, los aviones, los hornos, los incineradores, el uso excesivo de fertilizantes, los incendios de bosques y las instalaciones ; **los fosfatos** son provocados por el exceso de fertilizantes y detergentes químicos, así como de los residuos de la cría intensiva de animales; **el mercurio** producido por la fabricación de pinturas, la industria cloro alcalina, las centrales de energía eléctrica, los procesos de laboreo de minas, la utilización de combustibles fósiles y la refinación y preparación de pasta papel; **el plomo** producido principalmente por una materia antidetonante del petróleo, además por las funciones de ese metal y los plaguicidas; **el petróleo** produce contaminación al extraerlo, refinarlo y transportarlo ; **DDT y otros plaguicidas** son contaminantes que producen mortandades de peces, contaminan a estos y pueden producir el cáncer y la radiación que se origina en la producción de energía atómica.

La creación de estos productos ha provocado enfermedades en el hombre que antes no existían; genéticas, toxicológicas, alérgicas, respiratorias, endocrinas, etc.

Los contaminantes físicos más importantes son: temperatura, ruidos y radiaciones ionizantes.

El aumento de la población y la progresiva urbanización van acompañados de las repercusiones aceleradas de la industrialización, así como de una tecnología avanzada que suele adaptarse mal a las necesidades humanas y a las exigencias del medio.

El uso creciente de la tecnología moderna ha originado un aumento importante en la cantidad de desechos que contaminan el medio.

Aunque la tecnología es capaz de hacer frente a los problemas de contaminación, la planificación y la aplicación de medidas de control de la contaminación van muy a la zaga de lo que sería necesario, a menudo por razones de índole permanente económica.

El desarrollo urbano incontrolado destruye recursos valiosos, paisajes y organismos vivientes que merecían conservarse.

En las ciudades es donde se presentan los problemas más graves del medio. El ruido, el aire contaminado y confinado, las tensiones de la vida cotidiana, y la ausencia de ejercicio físico, contribuyen al estado de fatiga.

El problema central a resolver, es la forma de compatibilizar el equilibrio de la Naturaleza, con el ejercicio del trabajo para satisfacer las necesidades humanas.

Hay diferencia entre la destrucción ecológica proveniente del trabajo realizado por los complejos industriales, y el que se deriva de trabajadores aislados que es su único medio de subsistencia y tiene que explotar intensivamente los recursos naturales.

Es imprescindible la existencia de una interacción entre el hombre consciente y planificado, mediante el cual no se alteren parámetros indispensables para el hombre de las condiciones naturales. Deben enmendarse algunas situaciones que se han provocado en el medio ambiente, que pudieran traer consecuencias mediatas para la salud del hombre.

La amenaza sobre el medio ambiente se debió en gran parte a que la industria se desarrolló sobre la base de los criterios socio-económicos, espirituales y prácticas capitalistas.

Las influencias cada vez mayores de la sociedad sobre el entorno ecológico, en vez de erradicarse o tender a su eliminación se agudizan y empeora con los vertimientos industriales, la sobreexplotación de los recursos económicos y la creación de materiales bélicos, todo ello directa o indirectamente son una forma de afectación al medio provocado por el desarrollo técnico industrial que alientan las sociedades de consumo.

Una amenaza potencial es el riesgo de accidentes industriales, confirmado por una serie de accidentes que, a lo largo de las últimas décadas, han conmovido a la opinión pública y que demuestran la necesidad de un riguroso control de las instalaciones en cuanto a seguridad. Como ejemplo podemos citar el accidente de SEVESO en Italia producido en julio de 1976 en una planta para la producción de ácido 2, 4, 5 - triclorofenólico, producto del cual 250 personas padecieron enfermedades de piel y grandes extensiones de terreno quedaron inhabitables. Otro accidente memorable fue el de la planta de almacenamiento de Gases Licuados de Petróleo (GLP) de la empresa PEMEX en 1984 en las inmediaciones de San Juan Ixhuatepec, México, donde hubieron 500 muertos, 3 000 heridos y 200 000 evacuados aproximadamente.

La industrialización desarrollada por la militarización, ha constituido una amenaza, se estima que las agresiones militares tanto con bombas de saturación, armas incendiarias, químicas y explosivos nucleares, así como las bombas atómicas, entre otros armamentos pueden causar al medio ambiente y a la sociedad efectos nocivos e irreversibles que por mucho tiempo o nunca - en los peores casos- se puede recuperar el equilibrio ecológico y peor aun. las pérdidas irrecuperables de vidas inocentes; ejemplos de catástrofes sociales-naturales son conocidas en todo el mundo, como fue la catástrofe causada en los pueblos de Hiroshima y Nagasaki.

Los conflictos armados continúan, como por ejemplo la guerra del Golfo y el de Yugoslavia. En este caso la destrucción de complejos químicos y petroquímicos en Serbia provocó la contaminación del río Danubio, causando problemas en los países que se hallan aguas abajo.

Los refugiados por motivos de guerra se ven obligados a menudo a recoger madera para leña y recursos de agua dulce a un ritmo insostenible, para poder sobrevivir. En 1999 esta situación se agravó con la huida de refugiados procedentes de Kosovo durante el conflicto de Yugoslavia.

Es de señalar que los gastos militares han disminuido y de forma indirecta el medio ambiente se ha beneficiado por la reducción del consumo militar de minerales y petróleos.

La tarea de proteger al medio natural necesita una reestructuración de la industria y la agricultura, la cual puede llamarse revolución tecnológica destinada a sustituir la producción que lesiona a la naturaleza por una producción cualitativamente nueva, armonizada con aquella.

Es muy difícil en las condiciones actuales de desarrollo socioeconómico y político de la humanidad lograr una perfecta armonía entre el hombre y la naturaleza, sin embargo, es necesario establecer relaciones entre el hombre y la naturaleza equilibradas, basadas en un modo racional con previsión y sobre una planificación científica. El crecimiento intensivo de la producción no se debe contraponer a la conservación del medio natural.

Con la conferencia de Estocolmo (1972) y posteriormente la cumbre de Río de Janeiro (1992), se dio un firme paso hacia la sensibilización con los problemas ambientales, se incrementaron las leyes, regulaciones y normas de carácter ambiental en la mayoría de los países, la exigencia para realizar nuevas inversiones ha aumentado en el diseño y ubicación, las tecnologías cada vez más se desarrollan con el objetivo de no contaminar y se desarrolla un fuerte trabajo de imagen competitiva hacia las empresas que cuidan el medio.

Las actuales economías industriales de América del Norte, Europa y parte de Asia Oriental consumen inmensas cantidades de energía y de materiales nuevos, y producen grandes volúmenes de desechos y emisiones contaminantes.

En gran parte del mundo subdesarrollado, la pobreza combinada con un rápido crecimiento demográfico, está originando una grave degradación de los recursos renovables, en particular bosques, suelos y agua. Las personas que viven en economías de subsistencia se enfrentan con pocas alternativas al agotamiento de sus recursos naturales.

La rápida urbanización e industrialización de muchos países en desarrollo están creando altos niveles de contaminación atmosférica y acuática, que a menudo afectan más a los más pobres, que tienden a vivir en ambiente poco cuidados, y sufren la contaminación, el vertimiento de desechos y la mala salud.

En la tecnología se han desarrollado mejoras sustanciales en el rendimiento de los productos, pero las innovaciones encaminadas a mejorar la productividad de los recursos no ha conseguido alcanzar el mismo ritmo.

Las modificaciones que se han experimentado en la actividad industrial en los últimos decenios, junto con una reducción de la intensidad material y una mejora de las prácticas de producción más limpias han contribuido a una disminución de la velocidad de contaminación generada por la industria y a una mayor eficiencia en la utilización de los recursos.



Junto con la mejora de los procesos tecnológicos y la reglamentación ambiental cada vez más desarrolladas se ha contribuido a disminuir los niveles de algunas emisiones contaminantes como el SO<sub>2</sub> y de algunos metales pesados, particularmente en América del Norte y en Europa Occidental.

Los países en desarrollo tienden a una rápida industrialización y a la construcción de grandes centros metropolitanos, que se traducen en incremento en producción y contaminación.

Se puede disminuir el ritmo de las tendencias a la degradación ambiental y desviar hacia formas más sostenibles de actividad económica. Se están confeccionando y ensayando muchas respuestas normativas prometedoras.

Una mejor comprensión y concienciación públicas de las consecuencias ambientales y sociales de la sociedad de consumo han comenzado a catalizar modificaciones profundas en la conducta de los adquirentes y en la elección de estilos de vida. Esto implicará en el sector normativo trazar enfoques que fomenten una utilización más eficiente, equitativa y responsable de los recursos naturales en los sectores productivos de la economía, que estimule a los consumidores a apoyar y pedir esos cambios, y que se traduzca en una utilización más equitativa de los recursos por la población de todo el mundo.

La creciente participación de la sociedad, junto con la de los sectores público y privado, es un nuevo hecho de importancia en términos de gestión pública ambiental.

La gestión ambiental requiere una asociación entre los gobiernos y la sociedad que pueda fomentar la eliminación de la pobreza y una distribución equitativa de los costos y los beneficios ambientales.

El medio ambiente es el hábitat humano, esa relación es indisoluble, pero también es el complemento del desarrollo humano.

A modo de consideraciones finales podemos decir que en el desarrollo histórico de la relación del hombre con la naturaleza se distinguen 5 etapas fundamentales:

1- Aparición del hombre y dependencia de éste de la naturaleza. No existía desarrollo tecnológico, el hombre comenzó a utilizar instrumentos y posteriormente a darles forma, lo cual conjuntamente con la dispersión de la población humana provocaba que no existieran influencias negativas del hombre en la naturaleza.

2- Esta etapa se caracteriza por el progreso de la práctica de la producción y la organización social del hombre, este ve a la naturaleza desde el ángulo de proveedora de recursos alimentarios energéticos y de materias primas que le garantizaban su subsistencia y desarrollo. Se establecen las grandes agrupaciones sedentarias.

3- Esta etapa se caracteriza por la unificación de la población desarrollándose las grandes ciudades. Se inicia además la Revolución Científico Técnica.

En un inicio los residuos de las grandes ciudades e industria afectaron localmente, yendo en aumento su influencia negativa hasta llegar a nivel global en algunos casos. La influencia del hombre sobre la biosfera no solo es proporcional a la densidad de la población, sino también a la energía y sustancia que consume. El consumo de energía y sustancia es muy diverso.

---

4- Con el surgimiento de los problemas ambientales se comenzó a ver de otra forma la relación naturaleza-sociedad.

5- A partir de la Cumbre de Río de Janeiro se intensifica la preocupación y se unen esfuerzos hacia la solución de los problemas ambientales y la no creación de otros nuevos.

En el desarrollo de la relación hombre-naturaleza ha influido directamente el desarrollo de las fuerzas productivas y las relaciones de producción.

En el sistema capitalista se agudizan las afectaciones al ecosistema, pues las ganancias individuales de compañías o empresas privadas son el objetivo principal y por tal razón solo pueden resolver los daños y perjuicios al ecosistema, parcial ya que sus esfuerzos van encaminados principalmente al lucro.

Los países desarrollados han llevado una gran parte de las industrias contaminantes a los países subdesarrollados lo que ha hecho que tengan una mayor incidencia y variedad en la contaminación por sustancias tóxicas; agravada esta situación por la estimulada conciencia de consumidores y la ausencia total de una mentalidad de protección del medio.

El conocimiento del desarrollo de la interrelación hombre-naturaleza, su influencia y estudio de las interrelaciones entre cada uno constituye una temática interesante cognoscitivamente, para la formación de la nueva generación encaminada a lograr la profundización de estos conocimientos y que sean capaces en un futuro de planificar armónicamente el uso de la naturaleza por la sociedad, con vistas a la protección de ambos elementos en el medio en que vivimos.

---

**EVOLUCIÓN GEOECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL GRAN CARIBE (1950 -1980).**

MSc. María Del Carmen Martínez Hernández

Si se quiere hacer una reseña de la evolución geoecológica y transformaciones ambientales producto de las actividades socioeconómicas desarrolladas en un territorio, es necesario definir claramente que entendemos por medio ambiente, en este caso lo consideramos un sistema abierto de formación histórica, con expresión espacial y cuyos límites son flexibles, donde interactúan tanto sus componentes bióticos, abióticos, como socioeconómicos.

La actividad humana propicia el incremento de la heterogeneidad inherente de los sistemas naturales, esto hace que se vaya del campo de la ecología y la geografía puras al estudio del espacio terrestre transformado, ya que este espacio sigue leyes diferentes que el no modificado. El poder transformador del hombre no tiene igual en el mundo biótico por ninguna otra especie.

La diversidad ecológica es la base de los mecanismos de autorregulación y la intensificación de la transformación de la naturaleza por las actividades socio-económicas traen consigo la pérdida de estos mecanismos.

Para el análisis ambiental de un territorio es necesario partir de las transformaciones geoeológicas que han tenido lugar producto del desarrollo de las actividades socioeconómicas realizadas en él. Este paso es imprescindible ya que este conocimiento nos permitirá comprender las respuestas que han dado las condiciones naturales a estas actividades, si se han desarrollado de forma adecuada o si, han desatado procesos dañinos al medio ambiente, permitiendo primeramente identificar las actividades no compatibles con ese medio, y tomar medidas de mitigación para detener los procesos degradantes y diseñar y proponer nuevas actividades o las mismas pero de forma más armónica con el medio. También nos permite pronosticar el desarrollo de los procesos naturales a partir de la historia de las actividades en él desarrolladas.

La tendencia del uso de la teoría sistémica en las investigaciones del medio ambiente se manifiesta cada vez más en el estudio de los elementos más heterogéneos en composición y complejidad de organización. Los tipos de medio ambiente según el enfoque medioambiental dependen fundamentalmente de dos factores: la estructura, composición y condiciones naturales y los requerimientos de la sociedad que le asignan una función a cada territorio. Cada función artificial refleja la necesidad de satisfacer los requerimientos de la sociedad en determinado espacio y tiempo, mientras que la función natural refleja tendencia a la estabilidad natural. Hay cadenas de funciones de mutua complementación y alternativas. (Martínez et al, 1997)

El estudio del medio ambiente siempre se relaciona con la expresión espacial de los fenómenos, la cual se manifiesta en la integración de los tres subsistemas mencionados. Como resultado de esta integración, se definen en el espacio geográfico, distintas unidades ambientales.

La diferenciación espacial y funcional del territorio desde el punto de vista de la optimización ecológica parte de la consideración del paisaje como un recurso integral que demanda un manejo racional que contemple los aspectos naturales y socioeconómicos del funcionamiento

de este complejo sistema. La optimización espacial presupone la creación de una estructura territorial adecuada de las unidades ambientales que condicionen la estabilidad geoecológica del paisaje. El nivel de estabilidad geoecológica está dado por la cantidad de energía y sustancias suplementarias necesarias para el mantenimiento o ayuda de los mecanismos autorreguladores de la unidad ambiental.

Partiendo de este enfoque tendríamos que incluir en el análisis de los problemas y afectaciones de la cuenca del Caribe a todas las cuencas hidrográficas que desembocan en ella, aún más, si lo que pretendemos es analizar las afectaciones a las áreas protegidas que son fundamentalmente las áreas que quedan conservadas; pero para ello se necesitaría un volumen de información del cual no disponemos, por lo que tomamos los límites definidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en la Conferencia sobre la Protección y el Desarrollo Marino del Gran Caribe en 1983 como “una sección del Atlántico (al sur de los 30° latitud Norte y hasta 200 millas de la costa de Estados Unidos), el Golfo de México y el propio Mar Caribe”.

El Caribe está incluido dentro de las áreas de gran diversidad geográfica, biológica y social, así como el contraste entre la estructura geológica, el relieve, el clima, los suelos y la vegetación conjuntamente con la fauna, dan lugar a un mosaico paisajístico y ecológico.

En particular este proyecto se desarrolla para el Gran Caribe e incluye los siguientes países: Santo Domingo, Haití, Cuba, Puerto Rico y Jamaica.

Remontándonos al encuentro de los españoles con la población aborígen podemos decir que en el área del Caribe existían aborígenes recolectores, pescadores, cazadores y en menor medida agricultores antes de la llegada de Cristóbal Colón, las actividades que ellos realizaban no eran dañinas al medio ambiente, pues no lo degradaban, eran puntuales y de poca intensidad.

En 1492, con el arribo de las naves españolas a América, comienza la tala de los bosques, para construcciones de casas, muebles y naves, y para combustible. Además necesitaban espacios para desarrollar cultivos para su subsistencia. Aunque la actividad dominante durante los primeros 50 años de la conquista del Caribe fue la minería, los europeos venían interesados en el hallazgo de metales preciosos.

Se modificó con este encuentro el proceso de antropización del planeta, ya que comenzó la migración de especies vegetales y animales, tanto beneficiosas como perjudiciales, voluntarias e involuntarias hacia América, el centro de este encuentro fue el Caribe. Se introdujeron especies tales como café, caña de azúcar, palmas de coco, ganado vacuno, caballos, perros, etc.

La población aborígen tuvo una notable disminución entre 1492 y principios del siglo XVII en las Antillas Mayores. Se maneja la cifra de 5,85 millones de habitantes en el momento del encuentro entre América y Europa (MOPU, 1990). La mortandad de los indígenas por una gran vulnerabilidad inmunológica ante los microbios traídos por los europeos era más marcada en el Caribe y en las tierras bajas.

En el siglo XVI era común que los marineros que exploraban las islas soltaran en ellas parejas de cochinos para que se reprodujeran y sirvieran de alimentos a futuros visitantes.

En este mismo siglo comienza el desarrollo de la agricultura como actividad económica dominante y se sustituyen a los indios por los negros como fuerza laboral. El Caribe se transformó en productor de azúcar basado en un sistema de plantaciones en las que los esclavos africanos reemplazaron a los aborígenes.

Las condiciones histórico - naturales fueron la causa fundamental que influyó en la distribución de la población y la caracterización de la economía en el Caribe. El desarrollo económico además de lo anteriormente expresado se caracterizó por la fundación de las principales ciudades vinculadas a los puertos, y el desarrollo de una clase criolla de hacendados.

El Caribe, desde el encuentro con la cultura europea, constituyó una de las áreas sobre cuya explotación se basó el desarrollo de la riqueza europea, que posteriormente dio paso al capitalismo industrial a través de suministrador de materias primas y de ser sostenedor de las industrias para elaborar los productos. Más tarde surgió el capitalismo avanzado centrado en la circulación del valor en los sectores terciarios tales como bienes, servicios, e informática.

Para las Antillas la primera área protegida fue The Main Ridge Reserva de Tobago en 1765, como bosque para la protección de la lluvia y la Reserva Kings Hill establecida en San Vicente en 1791 para atraer las nubes y la lluvia (ambas reservas existen actualmente)(Putney, 1992); ya con una determinada categoría de manejo están el área protegida marina, Pedro and Morant Banks, en Jamaica, 1907; el Refugio nacional de vida silvestre, Culebra, Puerto Rico, 1909; y el Parque Nacional, Sierra de Cristal en Cuba, 1930.

A finales del siglo XIX dominaba aún la economía de plantación, dominando el monocultivo de la caña, el café y el tabaco en las Antillas Mayores. Después de la 2da Guerra Mundial, se le asignaron otras funciones dentro del dominante mercado norteamericano a las diferentes Islas del Caribe: Cuba continuó con el azúcar, Puerto Rico desarrolló las industrias farmacéutica, química y electrónica fundamentalmente), Jamaica con la bauxita, Santo Domingo, con el oro; y Haití con sus recursos forestales.

Las islas del Caribe tienen un espacio limitado y densas poblaciones humanas. Las interacciones población/recursos son complejas e intensas; todo el espacio es importante para el funcionamiento de los sistemas, tanto humanos como naturales.

En los años 60 comenzó el desarrollo del turismo en la región, siendo a pequeña escala hasta la década del ochenta, en que las economías de la región, tuvieron un fuerte retroceso, con un gran endeudamiento.

En el Caribe al igual que en el resto de América Central y del Sur, hubo una serie de factores coyunturales tales como la crisis del Golfo, y la recesión en Estados Unidos e Inglaterra, la elevación de los costos del petróleo y su incidencia en las tarifas aéreas, la caída del dólar, que afectaron algunos sectores de la economía, especialmente al turismo, actividad dependiente del mercado del Primer Mundo, y una serie de las principales fuentes de divisas de la región.

En los años ochenta hubo un proceso de terciarización de las economías del Caribe, esto se reflejó en el cambio del PIB de los países de la región, en los inicios de la década la relación entre las exportaciones de bienes y los incipientes ingresos por el turismo eran de tres a uno, y al final, ambos ingresos tenían un peso similar.

En el análisis actual de los problemas del Caribe se definieron como los principales los siguientes: la pesca y caza excesiva, el blanqueamiento de los corales, la contaminación química y térmica, contaminación por exceso de nutrientes y sedimentos, daños debido al turismo, y problemas relativos a los asentamientos humanos, los incendios forestales, son también importantes los eventos naturales (ciclones, el fenómeno del Niño - Oscilación del Sur, tormentas, etc.)

Los países tanto socialistas como capitalistas dependen fuertemente de su agricultura para impulsar el desarrollo de los demás sectores: especialmente si carecen de recursos minerales y energéticos. Hasta mediados de la década del 50, la agricultura era el renglón fundamental para Puerto Rico, aunque empezaba el proceso de industrialización manos a la obra.

A mediados de siglo, después de la 2da Guerra Mundial el Caribe podía sentirse optimista en cuanto a su futuro, pero a principios de los 80 se experimentó los síntomas de una crisis que se agudizaría posteriormente.

Entre 1950 y 1980, la distribución de los usos de los suelos en el Caribe sufrió transformaciones, sobre la cual hay poca información disponible, entre los cambios se encuentran los siguientes:

- Expansión de las áreas agrícolas, especialmente para cultivos de ciclo corto
- Ampliación de las áreas de pastos
- Reducción de áreas boscosas
- Ampliación de áreas urbanizadas, infraestructuras y asentamientos
- Ampliación de áreas deforestadas y degradadas

Como caso extremo de catástrofe ecológica se encuentra la deforestación haitiana; se estima que originalmente tenía  $\frac{3}{4}$  partes de su territorio cubierto de bosques. En 1923, el 60 % de su superficie era aún boscosa, en 1974, ya solamente quedaba un 7 %, a finales de los años 80 sólo quedaba menos del 2% de la superficie boscosa. Esta elevada tasa de deforestación anual produce una severa afectación por erosión en las tierras, resulta un foco de tensión ambiental, cuyas consecuencias trascienden al plano social. Haití está considerada una zona de catástrofe mundial.

A principio de esta década el 30% del territorio se consideraba improductiva. Este caso es un alerta a las islas del Caribe, de lo que pudiera ocurrirles, de seguir esta tendencia.

A partir de 1950, en que se acabó la recuperación primera de la II Guerra Mundial, los países trataron de implantar el desarrollo industrial para sustituir las importaciones y en la mayoría de los casos bajo la actividad agrícola.

Se incrementó la inversión extranjera directa, por medio de compañías transnacionales. La agricultura siguió siendo una actividad económica fundamental.

Después de la 2da Guerra Mundial se ha producido una evolución convergente de formas productivas las haciendas y las plantaciones. Diversos factores caracterizan esta convergencia: uso intensivo de capital, creciente tecnificación de la producción, consiguiente reducción de la

mano de obra requerida, avanzada especialización de los agroecosistemas, e intervención mas pronunciada del estado.

Esto ha creado problemas ecológicos por la simplificación agrícola a monocultivos que incrementan la vulnerabilidad de los cultivos frente a plagas, enfermedades, condiciones climáticas, etc.

En general los sectores campesinos tradicionales son los que realizan prácticas productivas que respetan en mayor medida la racionalidad ecológica, ya que si destruyen su base de recursos, su futuro no estará asegurado.

En algunas islas caribeñas, las actividades agrícolas sólo se pueden extender mediante la ocupación de laderas, esto hizo crisis en Haití donde los procesos erosivos han ejercido una acción catastrófico en los suelos.

La región experimentó un auge económico entre 1950 y 1970. Las exportaciones aumentaron a pesar de la desigualdad de la distribución de la riqueza.

A finales de los 70 la región entró en un período de desestabilización económica que desembocó en la crisis de los 80. Esta crisis se precipitó cuando perturbaciones externas, que representaron la transmisión de desequilibrios mundiales, incidieron sobre unas estructuras internas que, por las debilidades adquiridas, fueron incapaces de absorberlas. El factor desencadenante de la crisis, fue la deuda.

Las dietas tradicionales de los pobladores en el período 1950 - 80 se ha visto reducida en diversidad a medida en que el acceso a los alimento se realiza de manera creciente a través de circuitos agroindustriales y comerciales que se centran en un número muy limitado de productos, ocurrió un proceso de homogenización alimentaria ignorando costumbres y las características ambientales para el desarrollo de los cultivos.

#### Población urbana

País	1950	1980
Haití	12,2	24,6
Rep.Dom	23,7	50,5
Cuba	49,4	68,1

En Santo Domingo la política de industrialización para sustituir las importaciones tuvo otra panorámica: creación de la Comisión Directiva de Planeamiento Industrial (que debía supervisar todo el proceso de industrialización del país) y del Instituto Dominicano de Tecnología Industrial (INDOTEC), de la Comisión surgió el primer plan de desarrollo industrial de la República Dominicana.

En 1961, el Estado dominicano quedó convertido en un Estado Empresario, con una participación dominante en el sector industrial. En 1962 se crea la Corporación de Fomento Industrial, a fin de promover la instalación de nuevas industrias en el país. La República Dominicana procuraba aprovechar la iniciativa propuesta por el gobierno de EEUU en cuanto a estimular las exportaciones de la cuenca del Caribe hacia EEUU.

Durante el período 1986 - 1990, el país sufrió una crisis económica y financiera generalizada que se manifestó en la forma de una inflación creciente, devaluación de la moneda, parálisis de la producción de energía eléctrica, y escasez de divisas para pagar la deuda externa y cubrir las

importaciones. Simultáneamente se produjo un desabastecimiento de bienes y materias primas, a lo que se sumó un estancamiento de la producción industrial, del comercio y de la agropecuaria, y un creciente déficit del sector público, que fue financiado con emisiones inorgánicas del Banco Central y del Banco de Reservas. Además, empeoraron considerablemente los servicios de salud, de educación, de energía eléctrica, de agua y transporte; en síntesis, el país cayó en un período de inestabilidad económica que amenazaba con producir su quiebra social y política.

Durante las últimas décadas, la agricultura dominicana estuvo caracterizada por una marcada imperfección del mercado de factores e insumos, por el aislamiento respecto al mercado internacional, y por una fuerte intervención del Estado, encaminada a regular un flujo adecuado de estímulos económicos y de servicios e insumos para la producción.

En los últimos años se aplicaron algunas políticas de apertura y liberalización del sector, pero aún no se han llevado a cabo todas las reformas que sería necesario introducir para que el sector se ajustara a los cambios globales de la estrategia de desarrollo.

Puerto Rico tiene una historia similar de transformación a las demás islas. Entre 1828 y la terminación del régimen español, el área bajo cultivo había aumentado aproximadamente al cuádruple, esto es, un 13 por ciento. De lo cultivado, cerca de la mitad eran cafetales y un poco más de un quinta parte, lo cubría la caña de azúcar.

Durante la ocupación norteamericana casi se duplicó la superficie bajo cultivo, llegando ésta a un 23.28 por ciento en el año 1912. De ella, la caña de azúcar ocupa un poco más de las dos terceras partes, los cafeetos un poco más de la tercera, los frutos menores, cerca de la quinta, y el tabaco, los cocoteros, las naranjas (chinas) y las piñas, se reparten el resto en el orden expresado. Esta expansión fue a costa de terrenos dedicados a pastizales, bosques (2/5) y matorrales.

La isla pasó de ser la Casa pobre de América a el ejemplo de la democracia en el Caribe.

El programa de industrialización Manos a la obra hizo caracterizar a la geografía de Puerto Rico:

- La rápida y abrupta transformación en la organización físico espacial, de una sociedad agrícola a un ordenamiento orientado hacia industrias y actividades urbanas relacionadas
- Aceleración en las tasas de urbanización alrededor de San Juan y de los llanos cercanos a los mayores centros industriales
- Desarrollo de niveles de urbanismo similares a los existentes en EEUU

Los habitantes del Caribe insular han mantenido una tradición que materialmente se manifiesta en una serie de actividades como la agricultura de plantación, la pesca artesanal, y realizaciones como la casa de habitación en el marco del estilo caribeño, en respuesta de las comunidades tradicionales a las potencialidades y limitaciones del medio tropical caribeño.

En las últimas décadas el crecimiento urbano en las principales ciudades del Caribe insular han sido: densificación, apropiación de áreas verdes, penetración de los valores del turismo internacional, dificultad para la dotación de servicios de infraestructura básica; una de las causas de ello es el flujo de migratorio de la población rural hacia las ciudades.



---

Las ciudades se han convertido en fuente de contaminación marina, escenario para la emigración internacional y el retorno con valores exógenos, y en ecosistemas degradados.

El Caribe y su cuenca han sufrido en estas últimas décadas profundos impactos que potencializan los que de por sí genera el turismo.

Los principales problemas o impactos ambientales que amenazan la zona costera por el desarrollo de otras actividades y el mismo turismo son:

Exterminio sistemático del manglar para usos diversos y recuperación de costas para el turismo

Contaminación por desechos sólidos, aguas servidas, aguas negras, químicos, etc. en los ríos, sus desembocaduras, esteros, manglares y playas.

Mínima infraestructura para el desarrollo turístico, lo que agrava los impactos.

Impacto en las comunidades costeras, su cultura y paisaje ante el avance del turismo y el intento de ocupación masiva de costas.

Extracción y destrucción de los corales por el buceo sin control y la utilización de éstos como materia prima para la elaboración de artesanía que se ofrece al turista.

Escasez de agua potable y sobreexplotación de pozos, ocasionando intrusión salina

Extracción de arenas finas para la construcción

Las actividades turísticas compiten y desplazan a la pesca de zonas costeras, con lo cual el turismo va controlando masivamente las actividades económicas a la vez que va absorbiendo a los pobladores para sus actividades.

A esto se le suma la deforestación que provoca en arrastre de sedimentos hacia el mar, así como la contaminación industrial y agrícola. Los problemas de contaminación por metales pesados y derrames de hidrocarburos se manifiestan en el Caribe por ser un lugar importante de rutas marítimas, y esta afectado por la ubicación de las grandes refinerías, próximas asentamientos poblacionales.

Los problemas ambientales fundamentales del Caribe Insular fueron resumidos por Seguinot, 1994 como los siguientes: “la deforestación es el problema ecológico principal de Haití, la pérdida de los suelos fértiles debido a la erosión es un problema muy serio en República Dominicana, la contaminación de los acuíferos por la industria farmacéutica es común en Puerto Rico, la destrucción de los recursos costeros (manglares, corales, playas y otros), es un fenómeno común en las Antillas Menores. Los recursos pesqueros han disminuido con la contaminación de las aguas litorales y la sobrepesca, los mejores terrenos agrícolas se han perdido por ser urbanizados. El deterioro abarca zonas urbanas como las de La Habana Vieja, Kingston, Santo Domingo y San Juan”.

Según Quintana, 1995; las tres industrias más presentes en el área son la alimentaria y de bebidas en un 8% de los países, la turística, en el 57% y la minería, en el 45%. Además considera que la afectación del agua por hidrocarburos es una de las más agresivas, por derrames de pozos, refinerías, buques cisternas , etc.

Por otra parte plantea que las industrias mineras y petrolera tienen gran repercusión en el aumento de la salinidad por descargas de las soluciones salinas que provienen de pozos de petróleo, y de minas de sal y potasa.

Goldsmith y Hildyark en su edición del Informe Tierra en 1992 plantearon que la principal amenaza para el mar Caribe es la contaminación con pesticidas y residuos industriales que llegan al mar. Así como que de todos los mares regionales se cree que el Caribe es el más afectado por los pesticidas.

Se hizo un análisis de los problemas y afectaciones del área del Caribe en general, según los tipos de problemas inciden en ella.

Los principales problemas reportados son: el blanqueamiento de corales, disminución de las poblaciones de plantas y animales, la contaminación química y térmica, y problemas relativos a la presión sobre el uso de los recursos naturales, rebasando su capacidad de carga y conflictos por la tenencia de la tierra. También son importantes los daños mecánicos por lanchas, desechos sólidos, sedimentos, nutrientes, introducción de especies exóticas, y eventos naturales (ciclones, el fenómeno del niño - oscilación del sur, tormentas, etc).

Dentro de los problemas y afectaciones causados por la pesca y la caza excesiva están: la recolección excesiva de conchas, langostas, ostras, pulpos, coral negro y de roca, caza furtiva de diferentes animales entre ellos: tortugas; manatí, iguana, cocodrilos, flamencos, cotorras y otras aves, uso de escopetas de caza submarina con varillas, dinamita, pesca comercial y artesanal ilegal, pesca excesiva por intrusos, colección de peces y moluscos para el negocio de acuarios, incursión en sitios de cría por huevos y plumas.

En cuanto a los causados por la contaminación química y térmica se encuentran: exploración, extracción, transportación y refinamiento de petróleo; derrames de petróleo, contaminación por residuales de puertos y aeropuertos, contaminación de mercurio por plantas petroquímicas, contaminación industrial y doméstica; herbicidas, pesticidas o insecticidas agrícolas, fumigación para los mosquitos, , contaminación térmica por las plantas de energía, todo ello provoca la reducción de la calidad del agua.

Existen problemas de cargas de nutrientes y sedimentos producto de aguas albañales y fertilizantes en el primer caso, y en el segundo por erosión debido a la deforestación, sedimentación por construcción, dragado de arena y canalización de los ríos.

Las afectaciones por daño mecánico a los corales son producto de la cantidad de lanchas y sus anclas, y por las trampas de peces.

Los desechos sólidos de desperdicios y basuras de los hoteles y lanchas, los desechos plásticos ahogan los corales y a las especies animales.

El turismo daña los arrecifes debido a las trampas, para la colección de especímenes, crecimiento y uso sobre la capacidad de carga de los ecosistemas, el aumento de fotógrafos a los corales, visitantes que alteran las áreas de crías, alteración por los deportes acuáticos, robo de peces, entre otros.

Los asentamientos humanos conllevan a la tala de los bosques para la agricultura, como combustible y por el desarrollo urbano, provocan deforestación, drenan las lagunas, producen sal, capturan el camarón para su comercialización, extraen arena y corales, producción de

---

carbón de leña, construcción de carreteras, hoteles, aeropuertos, casas de descanso, uso de acuíferos para la industria y la agricultura, destrucción y robo de recursos arqueológicos, conflictos con la población nativa, entre otros.

### **Consideraciones finales**

1. El Caribe contiene el banco genético de mayor importancia en la biodiversidad del Neotrópico americano, por lo que su conservación, debe ser prioridad de todos los estados caribeños y debe ser motivo de preocupación para el mundo en general .
2. Existen un conjunto de afectaciones naturales en las áreas costeras dado por los huracanes, las tormentas, y otros eventos meteorológicos severos, y otros tipos de afectaciones de origen tanto natural como antrópico que han producido cambios globales que se evidencian a través de enfermedades fundamentalmente en los corales como el blanqueamiento, banda negra, banda blanca y otras.
3. Las actividades socioeconómicas del hombre ha sido el elemento que más ha impactado las áreas del Caribe, este aspecto debe ser muy debatido en todos los foros nacionales e internacionales, ya que si tenemos en cuenta la primera de estas consideraciones estaremos en presencia de la destrucción de nuestro hábitat, sin olvidarnos que el hombre es parte indisoluble de él, pues lo necesita para vivir y satisfacer sus necesidades, y no se puede olvidar la fragilidad de las islas, ya que son territorios pequeños, resalta el caso de Haití, que ya es un área de desastre.
4. Es importante consolidar un sistema de áreas protegidas que contribuyan a un desarrollo sostenible que brinde oportunidad de conocer nuestra naturaleza y que a su vez aporten ganancias que se utilicen en la protección del las áreas y para la subsistencia de los pobladores mas cercanos.
5. Es necesario el estudio ambiental de la cuenca del Caribe y su monitoreo, para detectar los problemas que existen, cómo podrían solucionarse y cómo es su evolución, no se puede obviar lo que provocaría el deterioro de la cuenca del Caribe y de toda la biodiversidad que existe en ella, además de las influencias de la corriente del Golfo.
6. Es evidente después de hacer un análisis de las transformación de las islas del Gran Caribe que se manifiesta la globalización de los problemas ambientales y económicos.

---

## I.2. EVOLUCIÓN DEL TÉRMINO MEDIO AMBIENTE

María del Carmen Martínez Hernández

El tema ambiental tuvo sus primicias internacionales en 1943 en Fontainebleau, en el Congreso Constitutivo de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza, convocada por el Gobierno de Francia con el propósito de salvaguardar la biota y el medio ambiente natural del hombre.

Los términos medio ambiente y medio fueron sinónimos derivados de la literatura geográfica en la lengua inglesa y francesa de los términos environment y environnement y environment y milieu respectivamente.

Al principio tuvo una acepción restringida, haciéndose complejo a partir del uso y concepto que le dieron economistas y sociólogos.

El término ecología es mencionado por primera vez en 1866, por Ernst Haeckel como ciencia de la economía, del modo de vida, de las relaciones vitales externas de los organismos. Es en esta ciencia precisamente donde se comienza a incursionar en las cuestiones ambientales.

El concepto general de ambiente humano, abarca como aspecto central tanto las relaciones de los hombres con los hombres, como de los hombres con las cosas y de las cosas entre sí, y su tratamiento integral y operativo requiere necesariamente de la articulación de diferentes enfoques disciplinarios alrededor de una problemática común y a través de un punto de vista unificador.

Además el concepto ambiental tiene un componente normativo muy fuerte en cuanto a la calidad de vida del hombre y calidad ambiental, mientras que el ecológico no.

La definición fundamental de calidad ambiental está dirigida a la relacionada con los seres humanos. Se asevera este pensamiento, ya que no tiene sentido degradar el medio ascendentemente y disminuir las condiciones de vida del hombre, limitando sus áreas de habitat, hasta que no exista remediación para ello.

Pero la calidad ambiental puede verse desde un punto de vista más amplio que el relacionado con la humanidad, pues antes que el hombre existiera existía calidad ambiental en sí, pudiendo verse como el equilibrio de la naturaleza y la armonía de los seres vivos. El hombre precisamente es el causante de la pérdida de la calidad ambiental, ya que cada espacio con sus determinadas características naturales tiene asociada la vida correspondiente, donde se desarrolló determinadas cadenas tróficas, pero a medida que el hombre fue influenciando en la naturaleza, empezaron a haber cambios que se intensificaron según se fue desarrollando la técnica, la cual ampliaba el poder de acción del hombre.

Hasta ahora los problemas ambientales no han sido abordados por una sola ciencia, si no por el contrario por diferentes disciplinas ecológicas, geográficas, sociales, técnicas, etc., pero siempre ha dado como resultado la necesidad de varias de ellas para cubrir todos los elementos que incurren en las problemáticas ambientales, esto quiere decir que no existe una sola ciencia que pueda abordarlos, más bien se trata de un enfoque transdisciplinario, que solamente puede abordarse en equipos de trabajos con esta concepción.

---

A continuación se plantean algunas de las definiciones más conocidas y utilizadas:

Pierre George (1450): es a la vez un medio y un sistema de relaciones, es un conjunto de datos fijos y equilibrios de fuerzas concurrentes que condicionan la vida de un grupo biológico. Plantea que el medio ambiente de la sociedad humana es un caso particular. Concluye diciendo que es un sistema de gran sensibilidad a la variación de uno sólo de sus factores o elementos, lo que desata reacciones en cadena.

Churchman (1968): está constituido por todo lo que no forma parte del sistema intencional y que afecta su comportamiento.

PNUMA (1972): habitat global del hombre. Entorno físico, biológico y social en el cual vive y se desarrolla el hombre.

Banco mundial de Desarrollo (1978): la suma de las condiciones externas y las influencias que afectan la vida, el desarrollo y en último término a la supervivencia de un organismo.

PNUMA y SAHOP (1978): el conjunto del sistema externo físico y biológico en el cual vive el hombre y otros organismos.

Bucek et al (1979, 1981, 1983): es un sistema abierto de formación histórica conformado como producto de relaciones bilaterales entre la sociedad y los recursos naturales y el medio natural y de relaciones también dentro de la sociedad. Es un sistema de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos con los que el hombre en su actividad, principalmente en el proceso de la producción material, entre en contacto, modificándolos y utilizándolos para la satisfacción de sus necesidades y a los que el mismo se adapta en determinado marco espacio- temporal.

Ley general del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente (1988): es el conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Sunkel y Carrizosa (1981): es el ambiente físico natural y sus sucesivas transformaciones artificiales, así como desdoblamiento espacial.

Gallopin (1981): El concepto de ambiente humano es mucho más amplio que lo que cubre el ámbito de la ecología biológica, y es incluso más amplio que el campo más general de la ecología en su fase actual. La ecología general evolucionó del estudio de los organismos en su ambiente, al estudio de un conjunto de relaciones entre los hombres y los organismos y el ambiente, pero su ámbito no ha abarcado el estudio de las relaciones de los hombres entre sí, a no ser en algunas cuestiones específicas.

Churchman (1986): está constituido por todo lo que forma parte del sistema intencional (política de desarrollo) y que afecta su comportamiento.

Pouey (1999): es un conjunto de variables o factores, no pertenecientes al biosistema, que están acoplados a elementos o subsistemas del biosistema.

Melnick: Va desde la simple contaminación de agua y aire hasta la contaminación social y considera que ninguno de los dos extremos es adecuado.

Jung: El medio ambiente es, en suma, el marco o entorno vital, se basa en las definiciones siguientes:

Monod: En último término la palabra *environment* serviría para describir la sociedad toda: instituciones, cultura, naturaleza, ciudades, hábitat, economía, técnica, ..., en una palabra, todo lo que es creación del hombre, todo aquello que le rodea, todo aquello de que se acuerda, todo lo que le es impuesto y también lo que él espera.

Consejo de la Lengua Francesa: es el conjunto, en un momento dado, de los agentes físicos, químicos, biológicos y de los factores sociales susceptibles de causar un efecto directo o indirecto, inmediato o a plazo sobre los seres vivos y las actividades humanas.

Medina (enfoque biológico): el conjunto de todas las fuerzas o condiciones externas que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Clásicamente podemos distinguir dentro del medio ambiente elementos de tipo climático (temp., humedad, radiación solar), elementos de naturaleza química, como serían las características del sustrato suelo y agua, donde los organismos ocurren naturalmente (contenido de nutrientes minerales, pH de la solución, concentración de gases O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, etc.). Pero también debemos diferenciar elementos de tipo biótico, pues la presencia de seres vivos significa también la modificación de las características ambientales para un organismo dado. Interacciones bióticas típicas corresponden a los fenómenos de competencia, predación, parasitismo y mutualismo. Los elementos físico-químicos (clima y sustrato) constituyen los determinantes primarios para el desempeño y comportamiento de los seres vivos en condiciones naturales.

Sunkel (enfoque biológico): inicialmente lo define como: "el entorno biótico que conforma la sociedad humana", posteriormente lo hace como el ambiente físico natural y sus sucesivas transformaciones artificiales, así como su despliegue espacial.

Churchman: destaca la complejidad del sistema del medio ambiente, de sus implicaciones internas y externas (teoría de sistemas).

Ludwig von Bertalanffy (1920): veía al medio ambiente como "un organismo biológico" o el "sistema teórico del organismo", en particular sistemas abiertos que intercambian con su ambiente.

Bunge: propone una definición sistemática de ambiente, donde el ambiente es parte del sistema y no algo que está afuera, por lo que no solamente actúa sobre componentes, sino que recibe actuaciones y es diferente de ellos.

Comisión MAB (1973): considera al medio ambiente como un sistema multidimensional de complejas interrelaciones y en continuo cambio.

Gallopín (Seminario Medio Ambiente y estilos de Desarrollo, 1992): "El medio ambiente de un biosistema es todo aquello en el universo que no es parte integral de él... El medio ambiente del sistema podría definirse como otro sistema que influye en el sistema considerado y que recibe la influencia de éste... Otro sistema cuya organización determina aquellos aspectos del comportamiento del sistema que no se desprenden de su propia organización... Una especificación mayor del medio ambiente de un biosistema se obtiene cuando nos interesamos por la organización interna y la dinámica del medio ambiente, o sea, porque elegimos el medio ambiente de un biosistema como objeto de análisis con su interés propio o, como a menudo sucede con el hombre, nos interesan las formas en que el hombre influye en otros biosistemas, etc".

---

CITMA (1997): El medio ambiente se define como: “el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades”

Este concepto propicia el marco teórico adecuado para el análisis ambiental, pues estudia y caracteriza al medio ambiente teniendo en cuenta los procesos de interrelación e intercambio que se producen entre los diferentes subsistemas.

Como resultado de los análisis realizados en el proyecto de Teoría y Métodos para el análisis ambiental el grupo de especialistas también: El medio ambiente es el resultado de las relaciones que se establecen entre la sociedad y la naturaleza producto de la actividad del hombre en la creación de bienes materiales, para la satisfacción de sus necesidades; y se le considera como un sistema abierto de formación histórica, flexible en sus límites y con expresión espacial. Este sistema está integrado por tres subsistemas: el natural (substrato geológico, relieve, suelo, agua, aire, biota), el económico (agricultura, manejo del agua, transporte, industria, recreación, asentamientos) y el social (población, cultura, leyes, estrategias, salud).

---

### **I.3. ANTECEDENTES MUNDIALES Y NACIONALES DEL ANÁLISIS AMBIENTAL**

María del Carmen Martínez Hernández, Miriam I. Arcia Rodríguez, Jorge A. Luis Machín, Jorge L. Díaz Díaz, Angel Priego Santander, Marisela Quintana Orovio y Alfredo Cabrera Hernández.

Las acciones realizadas por el hombre sobre la naturaleza durante el presente siglo han llevado a desmesuradas transformaciones de algunos de sus componentes y de las unidades holísticas que ellos conforman, incrementándose su diferenciación. Así, el desarrollo del conocimiento científico en esta materia se ha visto impulsado a la definición de nuevos métodos, enfoques y conceptos. En este contexto han surgido o evolucionado términos tales como: medio ambiente, ecosistema, paisaje, geosistemas, geoecología, impacto ambiental y otros.

Con sus aciertos y desaciertos, ventajas y desventajas, ninguno de los enfoques ha satisfecho totalmente las expectativas de la comunidad científica internacional en cuanto a la definición de un enfoque único para el análisis ambiental. Unos, por ser de corte eminentemente estructuralista, abordan el medio ambiente a partir de los elementos naturales y sólo en ocasiones toman en cuenta la interacción con la sociedad; otros consideran las múltiples interacciones que se establecen en el medio natural desde un punto de vista biocéntrico, los terceros se basan en la interrelación entre la naturaleza y la sociedad con énfasis en la componente antrópica. Según el caso estas corrientes son eficaces para las unidades naturales y seminaturales, o para las antropizadas respectivamente.

- **Ciencias bases para el análisis ambiental y sus enfoques actuales**

En el contexto del análisis ambiental muchas ciencias realizan un aporte importante en cuanto a métodos, enfoques, esferas del conocimiento y otros. Entre ellas la Geografía. Esta ciencia o sistema de ciencias, según cada autor, ha tenido diferentes definiciones con el decursar del tiempo, su objeto también ha variado a partir de su evolución y diferenciación desde sus inicios de carácter fenomenológico y perceptuales hasta la visión multifacética y esencial actual. Así, la geografía llegó a ser una ciencia de la localización y distribución en el espacio de fenómenos naturales y socioeconómicos en distintos segmentos y en los últimos años ha transitado hacia una ciencia para el estudio de las interrelaciones en y entre la Naturaleza y la Sociedad. Sus características principales son: complejidad, humanización, aplicación, síntesis y carácter espacial.

Entre los geógrafos cubanos Mateo (1984) opina que el objeto de estudio de las ciencias geográficas es la envoltura geográfica es decir, "el geosistema o complejo natural de rango superior que exista en el globo terráqueo o la formación geográfica más grande y complicada del planeta Tierra". Este objeto no solo es inherente a esta ciencia sino que es compartido con otras, como la ecología.

Hace más de un siglo apareció la dicotomía de la geografía: geografía física y geografía económica, social o humana y dentro de ellas una serie de disciplinas dedicadas al "conocimiento de pequeñas parcelas del conocimiento geográfico con una excesiva especialización" (Jardí, 1990). En años más recientes una de las principales ramas la Geografía Física también ha sido reformulada en términos de dejar de ser un conjunto de disciplinas para desarrollarse hasta constituir una ciencia individual con su objeto y métodos particulares como la geomorfología, la hidrología, etc. Esta nueva ciencia ha sido denominada,



---

entre otras formas, como Geografía del Paisaje, la más conocida pero a la vez un tanto redundante.

### **Ecología**

El término ecología es mencionado por primera vez en 1866, por Ernst Haeckel como ciencia de la economía, del modo de vida, de las relaciones vitales externas de los organismos.

En 1935, fue creado el término ecosistema por Tansley para actualizar los intentos de conceptualización de complejos ambientales y en 1971 Odum lo retoma como esencial, dándole una formulación científica a la palabra naturaleza.

Mediante la ecología se ha percibido y caracterizado la problemática ambiental desde antes de la década del 60; se publican libros y artículos basados en investigaciones ecológicas que advertían sobre la degradación de la naturaleza y los riesgos del manejo irracional de los recursos naturales y la amenaza de la contaminación, enfatizando en las medidas de conservación (Gallopín, 1986).

En 1968, el biólogo L.von Bertalamffy desarrolló la teoría general de sistemas, que más tarde dio lugar a la ecología de sistemas.

En la década de los setenta la Ecología trató de ampliar el concepto de ecosistema acercándolo al de geosistema, intentando semejarlo al enfoque geográfico y llevando al término de Biosfera hasta su homologación con el de envoltura geográfica, haciendo énfasis en el estudio de la interrelación de los ecosistemas". (Luis Machín, J.L. et al, 1996).

Ramón Margalef (1974) define la Ecología como el estudio de las relaciones de un organismo con su ambiente inorgánico u orgánico, en particular el estudio de las relaciones de tipo positivo o "amistoso" y de tipo negativo (enemigos) con las plantas y animales con los que convive. El propio autor plantea que es la biología de los ecosistemas.

La Ecología tuvo como limitante desde el punto de vista ambiental, que en un principio era un concepto eminentemente biológico, situando a los seres vivos como protagonistas esenciales y analizando la parte abiótica y a algunos de los elementos socioeconómicos, de forma secundaria. De ahí la necesidad de la Ecología de ampliar sus horizontes hasta el nivel que precisamente le permitiría armonizar con las ciencias geográficas.

El estudio de los procesos de interacción Sociedad - Naturaleza y de los problemas que estos crean, es imposible sin incursionar en la ciencia ecológica, pero al mismo tiempo es inabordable apoyándose solamente en ella. De hecho, el proceso de fusión entre estas dos ciencias se ha venido materializando desde la década del 60; dando como resultado el surgimiento del enfoque geoecológico o ecólogo-paisajístico (Hasse, 1986).

La ecología se ha desarrollado al revés de otras ciencias, por lo general las disciplinas van a la especialización, por el contrario la ecología ha ido combinando conocimientos y métodos que en su origen pertenecían a diferentes ramas científicas, para formar con ellos un cuerpo.

Sin embargo, según Gallopín (1986) ha quedado claro que el concepto de Medio Ambiente es mucho más amplio de lo que cubre la ecología biológica: "La ecología general evolucionó del estudio de las relaciones entre cosas (organismos, factores físico - químicos, etc.), al estudio de un conjunto de relaciones entre los hombres y las cosas ("el hombre en la biosfera".

La problemática ambiental por su alcance, juicios de valor que lleva a incluir elementos subjetivos y los componentes normativos que marcan los límites de lo que se considera problemático o no, rebasa el objeto de estudio de la ecología, o sea ésta estudia una parte de lo ambiental.

En Cuba, se han aplicado y desarrollado a partir de la Ecología y de su relación con las ciencias geográficas, diferentes experiencias internacionales, las siguientes disciplinas: la Geografía de los Paisajes, la Geoecología, la Geografía del Medio Ambiente. Todas estas ramas abordan con sus aciertos y desaciertos los estudios medioambientales.

### **Geografía del paisaje**

El desarrollo teórico de la Geografía de los Paisajes como ciencia fue realizado en la Rusia Zarista y posteriormente en la Soviética por los seguidores de Dokuchaev, y en particular por los científicos rusos L.S. Berg, P.I. Abolin, A.A. Borzov, G. N. Visotski, G.F. Morozov y S.S. Neutreiev.

El concepto de paisaje es uno de los términos más ampliamente usados en Geografía, se introdujo en la literatura geográfica en 1805 por A. Hommeyerem. Las escuelas geográficas antropocentristas, geopolíticas o metafísicas aceptaban la noción de paisaje como un todo sintético en el que se combinan la naturaleza, la sociedad, la economía, la cultura, y la religión (J. Mateo, 1984).

En los años 70 comienza a predominar el problema dinámico funcional en el estudio de los paisajes y paralelamente a esto comienzan a geografizarse los términos ecológicos, a partir de que en 1970, Toll (de la escuela alemana) plantea la Geografía como Ecología de los Paisajes; de manera que en los años 80 se inicia un proceso de integración de los enfoques geográficos con los ecológicos, incluido dentro de los primeros el paisajístico que en 1982 se concreta con la creación de la Asociación Internacional de Ecología de los Paisajes para el desarrollo de métodos y concepciones de la Ecología de los Paisajes. Algunos antecedentes de estas escuelas de Ecología del Paisaje de Europa fueron Ruzicka, 1982 ; Ruzicka, et al, 1983; Naveh y Lieberman, 1984 ; Hasse, 1986 ; Golley, 1993, entre otros.

### **Geoecología**

La concepción geoecológica original del paisaje se debe a Carl Troll quién incorporó las nociones ecológicas de avanzada a la visión geográfica y habló de Ecología del Paisaje, que más tarde redefinió como Geoecología. Otros destacados científicos de esta escuela paisajística alemana son J. Schmithüsen, O. Schlter, E. Neef, G. Haase y H. Richter. Todos ellos contribuyeron al desarrollo de las ideas acerca de la interrelación hombre-naturaleza y sentaron las bases para la moderna acepción ecológico-humana de los paisajes.

Paralelamente, con el desarrollo teórico de la Geoecología de los Paisajes, se ha conformado una concepción metodológica que se compone, por lo menos, de seis fases, cada una de las cuales se distingue por su propio contenido de tareas, instrumentos, diseño técnico, métodos concretos y resultados parciales específicos (Mateo, 1991; Bolós, et al 1992).

La geoecología de los paisajes pretende facilitar el paso de los enfoques parciales a la visión sistémica. Este enfoque permite abordar de una manera adecuada y objetiva los problemas referentes a la génesis, la diferenciación espacio-temporal, las estructuras vectorial, vertical y

horizontal, el funcionamiento geoecológico y la dinámica-evolutiva de los pequeños sistemas de referencia en cuyo contexto histórico, técnico-económico y sociocultural interactúan los componentes y factores naturales y humanos.

En el enfoque geosistémico se ve a la geoeología teniendo en cuenta las condiciones de estabilidad ecológica, la modalidad e intensidad del impacto de la sociedad en la naturaleza, su vulnerabilidad ante el estrés ecológico y los requerimientos de sustancias y energías que es necesario suministrar artificialmente para mantener el funcionamiento de los geosistemas objeto de evaluación. Se deben distinguir dos categorías básicas de territorios como premisa de la evaluación geoeológica: territorios cuyas condiciones naturales y socioeconómicas no imponen patrones rígidos de utilización socioeconómica y territorios con utilización unívocamente condicionada, ya sea por factores naturales o socioeconómicos. (González, L.M. y Luis, J.A., 1994)

### **Estudios ambientales de montañas**

La síntesis geográfica, como posibilidad cognoscitiva, persigue el propósito de jerarquizar territorialmente los problemas que deben ser resueltos, sin sustituir todo el caudal informativo y de conocimientos detallados en el estudio de cada uno de los elementos y fenómenos. La misma resulta de utilidad debido a la necesidad de que en la planificación del desarrollo de Cuba, se determinen cuales son las unidades espaciales menores que permitan una gestión coherente de las diferentes acciones (ya que por debajo del nivel municipal son utilizadas unidades espaciales distintas para cada sector o rama de la economía). (Martínez, J., 1996)

Una cuestión importante para el análisis del medio ambiente es la identificación de los elementos y fenómenos que se deben considerar (Martínez, J., 1996), éstos según su esencia son:

- naturales: incluye los componentes geológico - geomorfológicos, hidro - climáticos y edafo - biógenos.
- naturales, vistos en su dimensión de recursos: aptitud del relieve para la actividad económica, potencialidad de la cubierta vegetal como recurso natural, recursos hídricos, potencialidad de los suelos, recursos minerales, recursos para el turismo y la recreación, o sea, los potenciales naturales para las actividades socioeconómicas.
- naturales socioeconómicos, vistos como los procesos y condiciones naturales afectadas por las actividades socio - económicas o que pueden afectar a éstas, por ejemplo: riesgo de erosión, condiciones de salud ambiental de la población, estado de conservación de la cubierta vegetal, contaminación de las aguas y el aire, etc.
- socioeconómicos: uso y estructura de tenencia de la tierra ; organización territorial de la industria, estructura territorial de los sistemas de asentamiento poblacional, transporte y comunicaciones, nivel de asimilación económica, distribución territorial de la población, salud de la población, movilidad de la población, organización de los servicios, división político - administrativa.

### **Geografía del medio ambiente**

La geografía del medio ambiente, puede homologarse a la geoeología ambiental o ecogeografía ambiental; parte de sus antecedentes se encuentran en las escuelas de Ecología

---

del Paisaje de Europa (Naveh y Lieberman, 1984 ; Hasse, 1986 ; Ruzicka, 1982 ; Ruzicka, et al, 1983, Golley, 1993).

Actualmente se reconoce como medio ambiente la resultante de las formas de organización social que se adopte para utilizar la naturaleza, a través de las tecnologías que se adopten y la sostenibilidad de este proceso de desarrollo. No sólo es la relación o interrelación entre el hombre y la naturaleza, si no además hay que hablar de conexión o articulación.(Avella, A., 1994)

La Geografía del Medio Ambiente en Cuba, tuvo como uno de sus antecedentes, el trabajo desarrollado por el Instituto Geográfico de la Academia de Ciencia Checa en Brno, con procedimientos metodológicos para la diferenciación de paisajes según una concepción geobiocenológica (Bucek y Lacina, 1979, 1983; Löw et al. 1986; Bucek, Quitt, Ungerman, Lacina, Vaishar y Zapletalova, 1985-89); aunque se incluyen valoraciones propias de otras escuelas geográficas como las de la URSS, Francia, etc., que posteriormente fueron adaptadas al caso de Cuba por el Grupo de Medio Ambiente del Instituto de Geografía, actualmente Departamento de Medio Ambiente e Instituto de Geografía Tropical respectivamente, que pertenece al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba.

En la realización de la sección de Medio Ambiente del Nuevo Atlas Nacional de Cuba desarrollada por Laura González y colaboradores, se introduce el enfoque geosistémico para el estudio y manejo óptimo de los tipos de medio ambiente, de acuerdo con sus potencialidades naturales. Se destaca la solución práctica de los problemas ambientales a partir de la evaluación de las condiciones naturales, lo cual permite llegar a conclusiones sobre el funcionamiento de los territorios y proponer soluciones concretas para llegar o aproximarse a su utilización óptima.

Con la introducción de la actividad evaluativa se amplía considerablemente el espectro de las investigaciones medioambientales ya que anteriormente estas se reducían a estudiar o prevenir problemas particulares de determinados elementos, y a explicar la necesidad de la protección de la naturaleza.

La Geografía del Medio Ambiente se puede definir como la rama de las ciencias geográficas que estudia la evolución, estructura, dinámica y estado actual del medio ambiente, con un enfoque sistémico que tiene en cuenta las interrelaciones y conexiones que se establecen entre los elementos naturales y socioeconómicos, integrándolos con una expresión espacial, con el objetivo de determinar el potencial natural para la formulación de propuestas de manejo ecológico económico dirigidas hacia una ordenación ambiental sostenible.

El estado actual del medio ambiente es la resultante de la forma, magnitud, intensidad y duración de la interrelación sociedad - naturaleza que se manifiesta a través de los impactos ambientales, tomándose para su evaluación espacial las unidades ambientales, a partir de la síntesis natural y socioeconómica.

La actividad humana propicia el incremento de la heterogeneidad inherente de los sistemas naturales, esto hace que se vaya del campo de la ecología y la geografía puras al estudio del espacio terrestre transformado, ya que este espacio sigue leyes diferentes al ser modificado. El poder transformador del hombre no tiene igual en el mundo biótico por ninguna otra especie.

La diversidad ecológica es la base de los mecanismos de autorregulación y la intensificación de la transformación de la naturaleza por las actividades socioeconómicas traen consigo la pérdida de estos mecanismos.

Dentro de los sistemas naturales y artificiales existe intercambio de sustancia y energía que permiten el funcionamiento de los mecanismos autorreguladores.

Ambos sistemas obedecen o responden a determinadas funciones. En el caso de los naturales determinado por diferentes parámetros tales como la pendiente, el suelo, la humedad, la flora, la fauna, etc. y en el caso de los antrópicos de acuerdo con las actividades socioeconómicas que se desarrollen.

La tendencia del uso de la teoría sistémica en las investigaciones del medio ambiente se manifiesta cada vez más en el estudio de los elementos más heterogéneos en composición y complejidad de organización. Los tipos de medio ambiente según el enfoque medioambiental dependen fundamentalmente de dos factores: uno, la estructura, composición y condiciones naturales y el otro, los requerimientos de la sociedad que le asignan una función a cada territorio. Cada función artificial refleja la necesidad de satisfacer los requerimientos de la sociedad en determinado espacio y tiempo, mientras que la función natural refleja tendencia a la estabilidad natural. Hay cadenas de funciones de mutua complementación y alternativas.

El estudio del medio ambiente siempre debe relacionarse con la expresión espacial de los fenómenos, la cual se manifiesta en la integración de los tres subsistemas (Naturaleza, Economía y Población). Como resultado de esta integración, se definen en el espacio geográfico, distintas unidades ambientales.

A partir de diferentes definiciones de medio ambiente, se elaboró la siguiente: El medio ambiente es el resultado de las relaciones que se establecen entre la sociedad y la naturaleza producto de la actividad del hombre en la creación de bienes materiales, para la satisfacción de sus necesidades; y se le considera como un sistema abierto de formación histórica, flexible en sus límites y con expresión espacial. Este sistema está integrado por tres subsistemas: el natural (substrato geológico, relieve, suelo, agua, aire, biota), el económico (agricultura, manejo del agua, transporte, industria, recreación, asentamientos) y el social (población, cultura, leyes, estrategias, salud).

Este concepto propicia el marco teórico adecuado para el análisis ambiental, pues estudia y caracteriza al medio ambiente teniendo en cuenta los procesos de interrelación e intercambio que se producen entre los diferentes subsistemas.

- **Enfoques actuales para el análisis ambiental**

Los estudios ambientales vienen realizándose con diferentes enfoques a nivel internacional, a partir de las ciencias geográficas y ecológicas fundamentalmente. Algunos de los enfoques más importantes desarrollados en la investigación geográfica y del medio ambiente son: el ecológico, el paisajístico y el geosistémico.

El enfoque ecosistémico, a nuestro entender de una significativa rigurosidad científica y de un vertiginoso desarrollo al frente de numerosos estudios ambientales, ha adolecido sin embargo de una expresión espacial adecuada, que se adapte a los requerimientos de la problemática ambiental y por otro lado su nivel de especialización biológica ha sobredimensionado en

ocasiones la componente biótica del medio ambiente, que si bien no deja de ser determinante, no puede prescindir de otros elementos abióticos y socioeconómicos insuficientemente abordados.

El enfoque paisajístico es de corte eminentemente estructuralista, aborda la composición del medio ambiente comenzando por los elementos naturales y en menor medida toma en cuenta la interacción con la sociedad, a partir de las transformaciones que esta genera.

El enfoque geosistémico surge a partir de las conexiones entre la ciencia geográfica y el enfoque sistémico, principalmente por las escuelas soviética y alemana. Con la noción de dimensionalidad del geosistema se logró un salto cualitativo importante en la ciencia geográfica al abrir la posibilidad de modelación de la dinámica y la variabilidad de estructuras del medio ambiente.

El geosistema se consolida como una unidad ambiental definida en primer lugar por el uso y función del territorio, con significativo peso de los componentes socioeconómicos y en segundo lugar los elementos naturales. Creado por Sochava, el término comprende todo un sistema de relaciones geográficas, en su formulación semejante al ecosistema, pero al que en su evolución posterior se le asigna un mayor peso respecto a los componentes abióticos y socioeconómicos. Es característico en este caso el uso del método sistémico, que garantiza una visión integral y multidisciplinaria del medio ambiente.

- **Algunos resultados de la aplicación de los diferentes enfoques en Cuba**

Las teorías de análisis geográfico ambiental comienzan a desarrollarse en Cuba a partir de la pasada década, impulsadas por la necesidad de armonizar la acelerada transformación del medio natural y la conservación de su capacidad productiva y con una concepción eminentemente sistémica. Aunque antes de esta etapa se hacían estudios ambientales parciales dirigidos a determinados problemas ambientales y no de forma integral.

Entre 1982 y 1985 se realiza la sección de medio ambiente del Nuevo Atlas Nacional de Cuba, en la que se enuncia el medio ambiente como un sistema en formación histórica, producto de las interacciones entre los elementos naturales y socioeconómicos que lo integran (González, L. et al, 1989).

Bajo el enfoque geosistémico, en el departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía de Cuba, se realizaron numerosas propuestas de manejo optimizado del medio natural a diferentes escalas de trabajo en algunas provincias y ciudades del territorio nacional, las cuales se ofrecieron como recomendaciones a las autoridades locales con poder de decisión al respecto.

Se buscó un acercamiento con la teoría de los paisajes, obteniéndose algunos resultados en este sentido aplicados en un estudio realizado en el modelo regional Los Palacios.

Como prolongación de este enfoque se puede citar la labor del CNCRM en el ámbito de la conservación de los componentes del patrimonio natural y cultural de la nación; aplicándolo metodológicamente al trabajo de varios museos regionales a escalas detalladas y del Sistema de Información Geográfica automatizado "SIGMAbana".

En tanto la teoría de paisaje fue desarrollada por la Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana, con asesoría soviética y contó con numerosas aplicaciones en el ordenamiento territorial a nivel local, provincial e internacional, así como ha sido extendida a muchas instituciones a través de cursos de pre y postgrado, publicaciones, maestrías y doctorados y llevada a todo el país.

La teoría ecosistémica ha sido trabajada por el Instituto de Ecología y Sistemática buscando una integración con el enfoque paisajístico para el estudio y protección de la parte biótica del medio ambiente, con aplicaciones a distintas escalas en todo el territorio nacional. A tal enfoque se le ha denominado Geoecológico o Geoecología de los paisajes.

Para que esta conexión pueda realizarse es necesario desarrollar un marco conceptual transdisciplinario que aborde los problemas ambientales y que integre los aportes positivos de los distintos enfoques existentes pertenecientes a diferentes disciplinas de otras ciencias.

## CAPÍTULO II. EL MEDIO AMBIENTE CUBANO



---

## II.1. HISTORIA AMBIENTAL DE CUBA

Dra. Carmen Mosquera Lorenzo, Dra. Margarita Fernández Pedroso, Leosdani Lima Cazorla

La historia ambiental de cualquier zona, región o proyecto no es más que un recuento de la actividad del hombre y la sociedad sobre el territorio, su forma de ocupación, utilización de sus recursos, tanto naturales como humanos y en que medida esta explotación ha transformado ese espacio geográfico a través del tiempo, hasta conformar el medio ambiente actual.

Al establecer los criterios de periodización de la historia de cualquier país hay que arrancar de los índices objetivos que desentrañan la dinámica de su desarrollo socioeconómico. Los cambios en el desarrollo de las fuerzas productivas y su reflejo en las relaciones de producción son factores a tenerse en cuenta. Al definir la periodización de la historia, la prioridad la deben tener los hechos que incidieron (positiva o negativamente) en el destino de las relaciones de producción dominantes.

Para elaborar la historia ambiental de Cuba, analizaremos los cambios en el territorio generados por la actividad productiva del hombre, utilizando el enfoque geohistórico.

- **Períodos en la historia ambiental de cuba. Su determinación**

La metodología geohistórica plantea partir del presente para remontarse al pasado; podríamos entonces establecer que la situación ambiental de Cuba ha transitado por varios períodos en su evolución, de acuerdo con la ocupación y asimilación de su territorio. Estos períodos serán denominados según aparecen a continuación y se subdividirán teniendo en cuenta los factores que determinaron un cambio en las relaciones de producción y cuyos efectos se hayan visto reflejados por transformaciones en el medio ambiente

### **Periodización de la Historia Ambiental de Cuba**

1. Período Inicial. Aborígen o prehispánico (hasta 1492).
2. Período de la Colonia (1492-1902).
  - 2.1 Etapa del descubrimiento y la conquista (1492-1549)
  - 2.2 Etapa de la colonización (1550-1868)
  - 2.3 Guerras de independencia e intervención norteamericana (1868-1902)
3. Período de la República capitalista (1902-1958).
  - 3.1 La República de 1902 a 1933
  - 3.2 La República de 1934 a 1958
4. La Revolución en el poder y la República Socialista
  - 4.1 Etapa de 1959 a 1975
  - 4.2 Etapa de 1976 hasta 1999

### **Período inicial, prehispánico o aborigen (hasta 1492)**

Antes del descubrimiento de Cuba por los españoles, nuestro territorio estaba ocupado por grupos aborígenes, quienes a su arribo habían encontrado un espacio geográfico sólo

modificado por los fenómenos naturales, pudiéndose señalar entre ellos, el paso de los huracanes, la combustión espontánea y la acción erosiva de las olas actuando en sus costas.

Se asentaron, al parecer, con preferencia en las zonas costeras, según confirman los posteriores relatos de sacerdotes e historiadores, estando las mismas densamente pobladas en sus orillas, disminuyendo sus habitantes hacia el interior. Esta distribución parece haber sido condicionada por las características del medio natural y por el desarrollo de su sistema económico social.

Dichos grupos aborígenes formaban pequeñas comunidades autosuficientes, con una economía de subsistencia, basada en la recolección de frutos y semillas, la caza y la pesca. Los denominados *preagroalfareros*, ocuparon pequeñas sitios en toda la isla de Cuba y la Isla de la Juventud así como en algunos de los cayos, y se piensa que se asentaron alrededor de 6 000 años **A.P.** (*años antes del presente, considerando éste como 1950, según acuerdo internacional*), permaneciendo unos 5 500 años en el territorio, (Pino et al., 1989).

Ocuparon la península de Guanahacabibes, la llanura norte de Pinar del Río, la costa norte de La Habana-Matanzas, la zona costera desde la bahía de Cochinos hasta Casilda y en la región oriental aparecen desde Gibara a la bahía de Nipe, la cuenca del río Mayarí, la zona próxima a la bahía de Santiago de Cuba, Cabo Cruz y cerca de la desembocadura del Cauto. En la Isla de la Juventud se asentaron hacia el Sur, en la ciénaga de Lanier y Punta del Este.

Los grupos que desarrollaron una cerámica bastante simple, más avanzados en su organización que los anteriores, los *protoagrícolas*, se encontraban básicamente en la zona de Mayarí (Arroyo del Palo) y el NE oriental.

Los más adelantados, los *taínos*, de procedencia aruaca, practicaban además la agricultura, habiendo domesticado algunas especies vegetales como la yuca, el maíz, el algodón, el tabaco y la piña. Aunque la forma de la siembra era la de tumba y quema y en el caso de la yuca. en montones de tierra, la densidad poblacional de las comunidades, hacía que su influencia en el medio fuera débil.

Tampoco ejerció gran influencia en el territorio la obtención de los materiales para la construcción de sus edificaciones, sus instrumentos y su ajuar. Estos eran, fundamentalmente, de origen vegetal o animal y por lo tanto, incapaces de perdurar en el tiempo, llegando sólo hasta nuestros días los objetos confeccionados en piedra, oro y, aquéllos hechos con conchas, caracoles y dientes de tiburón.

La inmensa mayoría de la población indocubana vivía en comunidades pequeñas y compactas. Se asentaban en poblados situados en la cúspide de alguna pequeña elevación próxima a una corriente de agua; las casas estaban distribuidas de forma circular casi siempre, dejando una plaza como área central, su número promedio era de 10. Podían ser de forma circular o rectangular, construidas con troncos de árboles y techos de ramajes en las que habitaban varias personas, según relata Colón en su Diario.

Junto al área de vivienda se encontraban los *conucos* o pequeñas áreas dedicadas al cultivo, estando también próximas las zonas de caza, pesca y recolección de alimentos así como los sitios dedicados a los enterramientos. Como transporte marítimo utilizaban las canoas o "almadías" hechas con troncos de árboles ahuecados. En general su principal vía de comunicación fue la acuática, aunque según refiere Colón existían senderos o trillos estrechos,

limpios de vegetación entre los bosques que posiblemente fueran utilizados para comunicarse entre poblados.

Por los posteriores relatos de los cronistas se puede inferir que el territorio estaba cubierto de bosques de diferentes tipos, alturas y densidades en su casi totalidad, (entre el 88 y 92%), lo que sugiere la predominancia de los geosistemas naturales y seminaturales.

### **Acción sobre el medio ambiente**

El espacio geográfico habitado por estos grupos aborígenes parece no haber sido alterado en su equilibrio y en sus formas y aunque sus primitivos pobladores ejercieron, sin dudas, una ligera influencia sobre el medio en el que se asentaron, sólo la naturaleza les impuso sus límites. “... *De forma autoregulada, los aborígenes respondían a estas restricciones, sólo así las poblaciones originales pudieron alcanzar un crecimiento sistemático*” (Seguinot, 1992).

Sus técnicas agrícolas incipientes, así como las herramientas de que disponían no fueron agentes eficaces en la transformación del medio, de igual forma la distribución y densidad poblacional no pudieron ejercer una presión evidente sobre el territorio.

A pesar de haber hecho uso de la madera para la construcción de sus balsas de troncos, canoas, lanzas y objetos de artesanía y que el consumo de algunos animales para su alimentación provocó la disminución de animales como la jutía, el manatí, las palomas, las tortugas y los moluscos, éstos no podían haber producido acciones de importancia sobre el medio natural.

### **Período de la Colonia (1492-1902)**

El modo de vida aborígen fue alterado por los conquistadores españoles que sustituyeron su economía de subsistencia por una economía de explotación de los recursos naturales y humanos de la región, por el trabajo en las minas y la servidumbre. Este hecho marca el final de la época prehispánica o aborígen en Cuba y el inicio del que se ha denominado período de la Colonia, que correspondería al período intermedio al que ya hemos hecho referencia con anterioridad en este trabajo.

Este período, con una duración de 4 siglos, puede dividirse en tres etapas, definidas por hechos que determinaron cambios en la estructura territorial y en el medio ambiente.

Etapas del descubrimiento y la conquista, desde 1492 a 1549, en que tiene lugar el reconocimiento y ocupación del territorio por los españoles.

Etapas de la colonización, de 1550 a 1868, donde ocurre la asimilación económica del territorio, la explotación de sus recursos naturales y humanos y la implantación de la economía de plantación.

Etapas enmarcadas entre la Guerra de los 10 años y la intervención norteamericana, de 1868 a 1902, donde tienen lugar bruscos cambios económicos y sociales que se ven reflejados con claridad en el medio ambiente.

### **Etapas del descubrimiento y la conquista (1492-1549)**

Aunque la Isla fue descubierta en 1492, no es sino hasta 1510 que Diego Velázquez arriba al puerto de Palmas, en la costa sur, cerca de la bahía de Guantánamo, para iniciar el reconocimiento y ocupación del territorio recién descubierto. Esta acción puede considerarse

como la fase inicial de esta etapa. Como primera medida, envía hombres a acupar las zonas de Bayamo, parte de Holguín y Las Tunas.

En 1510 funda en la costa nororiental la primera villa: Nuestra Señora de la Asunción de Baracoa, desde donde se organizó y partió la exploración, tanto de las tierras interiores como de sus costas, en especial las zonas que presumiblemente poseían riquezas auríferas y que estaban pobladas por aborígenes.

Entre 1510 y 1515 se fundan las 7 primeras villas y otros tres lugares que aunque sin títulos tienen importancia estratégica: Carenas, cerca de la bahía de La Habana, Matanzas en la bahía del mismo nombre y el Cayo, llamado después La Sabana y finalmente Remedios. La ocupación del territorio culmina finalmente con el establecimiento en el extremo occidental del país de un poblado en la zona de Guaniguanico, donde ya existía un asiento aborígen.

Los españoles ocupan inicialmente aquellos sitios donde se encontraba asentada la mayor parte de la población autóctona, cerca de los yacimientos de oro, y en el lugar en que se producían alimentos para las tropas, algunos utensilios para las necesidades internas y también para el avituallamiento de las expediciones a tierra firme.

En estas primeras villas, al patrón de asentamiento aborígen se sobrepuso el determinado por los colonizadores, que en un principio, siguió la misma tendencia existente, al establecerse en las costas, junto a la desembocadura de los ríos, o en las márgenes de las bahías resguardadas de los vientos fuertes de las tormentas tropicales.

La mayor parte de estos asentamientos se encontraban desde Jagua hasta Maisí, quedando la región occidental de la Isla bajo la influencia de San Cristóbal de La Habana solamente. Exceptuando a Baracoa, todos los demás fueron trasladados de lugar, cuestión muy común en las fundaciones realizadas por los españoles en el siglo XVI, no sólo en Cuba sino en toda la región caribeña, quedando en 1528 ya fijados sus asientos definitivos.

La actividad económica fundamental fue la minería del oro y la fundición; en importancia le seguían la agricultura de subsistencia y la industria artesanal del casabe. Cuando a finales de esta fase declina la explotación del oro, comienza a cobrar auge la ganadería: los bosques, en su gran mayoría, bosques tropicales, cubrían alrededor del 92% de la Isla.

Desde los primeros tiempos se construyeron caminos para llegar a las minas, aunque desde el inicio se utilizaron aquellos que tenían los aborígenes. Las bahías de bolsa como Santiago de Cuba, Guantánamo, Jagua, Carenas (La Habana), Matanzas y Baracoa, funcionaban como puertos.

En lo demográfico estos primeros tiempos se caracterizan por un contradictorio proceso de poblamiento y despoblamiento, debido por una parte a la afluencia de españoles para la explotación del oro y por otra parte a su emigración hacia el continente para su conquista. En 1528 la única villa no despoblada era Santiago de Cuba. El aporte demográfico español fue pequeño.

De 112 000 habitantes indocubanos (Pérez de la Riva, 1972) estimados a la llegada de los españoles, en 1520 habían disminuído en un 59%. El trabajo forzado al que fue sometida la población autóctona comenzó a diezmarla, apareciendo las enfermedades endémicas traídas

por los españoles, especialmente las de origen pulmonar y las venéreas. Los primeros esclavos negros comienzan a introducirse en 1515.

Otra de las causas de la disminución de la población aborígen fue la alta mortalidad infantil y el proceso de mestizaje. Según Cook y Borah (citado por Seguinot, 1994) puede considerarse 1535, como el año exacto de extinción de la población nativa en las Grandes Antillas.

Una segunda fase podría considerarse en esta etapa de la conquista que transcurre entre la época de la ubicación definitiva de las primeras villas y la colonización de los territorios del interior del país. Entre 1528 y 1549 comienza la colonización efectiva de esos territorios interiores y se produce el poblamiento del campo, que ocurre de forma diferente a cuando comenzaron la explotación de las minas. La difusión del latifundio ganadero es más rápida en las regiones occidental y central, de modo que la tierra útil se encuentra repartida a fines del siglo XVI.

La pérdida de la importancia comercial del casabe hace que las haciendas se dediquen a otras producciones. Entre 1528 y 1530 comienza la minería del cobre, metal necesario en la fabricación de armas y en las producciones industriales (calderas para la incipiente industria azucarera).

A partir de 1530 las estancias se van orientando a la producción agrícola y su importancia aumenta con la concesión de mercedes a hatos y corrales para ser dedicados a la ganadería extensiva vacuna y porcina y a la producción de cueros y carnes saladas para el comercio. El territorio ha comenzado a repartirse en función de la cría de ganado.

La primera merced de tierras de la cual se tiene prueba documental en la Isla fue en 1537, otorgada por el cabildo de Sancti Spíritus. Los hatos y corrales eran divisiones territoriales de forma circular. Se forman primeramente cerca de las villas y luego se van alejando de ellas constituyendo un efectivo instrumento de colonización.

En las cercanías de los primitivos asentamientos costeros se fue desarrollando una agricultura de subsistencia, en pequeñas estancias, dando lugar también a que los terrenos fueran desmontados para los sembrados y para obtener materiales para construir las primitivas edificaciones. Posteriormente, al desarrollarse la industria naval en Bayamo y La Habana, los astilleros requirieron de maderas preciosas para fabricar los barcos, fundamental medio de comunicación y transporte de la época.

### **Etapa de la colonización (1550-1868)**

Esta etapa va a caracterizarse por la explotación de los recursos naturales y la economía de plantación. Durante la misma van a tener lugar grandes transformaciones del territorio producto de la reorientación económica, el predominio de la agroexportación y el desarrollo de la industria azucarera.

Se inicia además un lento proceso de recuperación demográfica después de la depresión de los años anteriores donde la población aborígen ha sido prácticamente aniquilada. Lo que queda de ella está dispersa o concentrada en poblados como Guanabacoa, El Caney, Mayarí o en palenques. La introducción de negros esclavos aumenta y comienza la inmigración canaria que se irá fortaleciendo con posterioridad en los siglos venideros.

También la distribución de la población cambia, pues ya no se encuentra concentrada hacia la región oriental de la Isla, sino que la zona occidental cuenta con la tercera parte de la población total.

En esta etapa pueden diferenciarse dos fases. La primera de 1550 a 1762 y la segunda de 1763 a 1868. El año 1550 coincide con la casi desaparición de la minería del oro y el inicio de la orientación ganadera de la primitiva economía colonial.

A finales del siglo XVI las fincas se van alejando de las villas portuarias y la agricultura se expande hacia el interior del territorio. Las vegas sigan por las márgenes de los ríos, pero la caña y el trapiche o ingenio tienden a quedarse cerca de las ciudades debido a que el azúcar tenía que ser llevado a los puertos de embarque. La ganadería se adentra buscando pastos de gran extensión, proceso que puede apreciarse más definido en la zona occidental que en la central u oriental.

Entre 1570 y 1630 se encuentran repartidas todas las tierras del interior de la zona occidental y para la segunda mitad del siglo XVII se ha producido la ocupación de todo el territorio, salvo la región oriental, iniciándose, a partir de 1659, el proceso de difusión agrícola y ganadera junto con la subdivisión del latifundio primitivo. En la zona central el latifundio original se disuelve de forma diferente, pues el predominio ganadero favorece la formación de la hacienda comunera que fue típica de la zona oriental de la antigua provincia de Las Villas y de las provincias de Camagüey y Las Tunas.

En contraste con lo que se hacía en las viejas haciendas ganaderas ahora la explotación es intensiva, difundiéndose los potreros de ceba de ganado. Para abrir nuevas zonas se queman los montes y se forman los *quemados* (topónimo que aparece con frecuencia en el siglo XVII). Los cañaverales se multiplican y las vegas van disminuyendo. A partir de 1760, la maquinaria comienza a aplicarse intensivamente a la producción.

Entre los años 1560-1590, la industria naval reclama maderas preciosas (cedros, caobas y sabicú) para la construcción de navíos de gran porte y la crisis maderera en España hace que sean exportadas para la construcción del monasterio de San Lorenzo del Escorial en grandes cantidades. Al iniciarse el cultivo de la caña con fines industriales (1590) se incrementa la necesidad de madera y leña para satisfacer las demandas de esta naciente industria.

La ubicación de los asentamientos en las costas o en zonas cercanas a ellas, facilitó la comunicación con la metrópoli y con el continente, lo que dio lugar a una concentración poblacional en las franjas litorales con un relativo vacío en el interior, correspondiéndose estos espacios con los macizos montañosos o con regiones pantanosas o de difícil acceso.

La segunda fase se enmarca entre la toma de La Habana por los ingleses y el inicio de la Guerra de los Diez Años. La Isla se divide en tres departamentos bajo el gobierno del Capitán General Dionisio Vives, quién manda a hacer un reconocimiento de todo el territorio, levantándose un censo y un mapa topográfico que refleja los accidentes geográficos naturales y económicos.

La agricultura que avanzaba con lentitud comienza a diversificarse debido a los cultivos comerciales. El cultivo del cafeto, el fomento de algunos algodones, los intentos de producir añil, la producción de cera blanca para la exportación y la introducción del mango, son algunos ejemplos de esos esfuerzos.

De todos ellos el cafeto es el que alcanza un desarrollo considerable, constituyendo a fines de ese siglo y principios del XIX (hasta 1850) un factor más para la disolución de la vieja estructura agraria. Aunque las tierras destinadas a este cultivo no interesan a la agricultura, su alta demanda hace que compita con otros en la zona occidental desde 1790.

En la zona central y oriental no sucede esto, debido al lento crecimiento de la agricultura en ellas. La explotación de la tierra se ha caracterizado en los últimos 3 siglos por la ausencia de la aplicación de la técnica para elevar la productividad. Ello se conseguía hasta 1860, aumentando el número de esclavos para los trabajos agrícolas y la ganadería.

Cuando un sitio de ganado tenía 50 o más años de explotación, se abría un nuevo sitio, lo mismo se hacía con las tierras *cansadas* de los cañaverales. Según Le Riverend (1967), es *el nomadismo de las explotaciones agrícolas lo que luego se transforma en cambio de uso*, sobre todo por la expulsión de las vegas, cuyos espacios son ocupados por cañaverales y cafetales.

A principios del siglo XIX el azúcar tuvo su alza en el Caribe español y el tráfico de esclavos aumentó esta vez hacia Cuba, donde la esclavitud azucarera se entronizó. Se calcula en 1 millón el número de esclavos importados a la isla hasta la abolición, que tuvo lugar en 1886, después que Inglaterra y Francia lo habían hecho en 1834 y 1846 respectivamente.

No fue hasta después de la Revolución de Haití que la isla se colocó en el camino de la colonia de plantaciones. El latifundio azucarero haitiano fue sustituido por el cubano. De 1830 a 1850 al sur de La Habana, aparece con gran fuerza el cultivo de granos y forraje, así como el de legumbres y frutos menores. La franja desde Güines hasta Artemisa constituye una zona de agricultura intensiva en nada parecida a la tradicional.

La necesidad de llevar los productos agrícolas a los puertos para su comercio (azúcar en primer lugar, café, tabaco, maderas y cueros) hizo que se abrieran caminos y que se introdujera el ferrocarril en Cuba aún antes que en España (de La Habana a Bejucal, en 1837). Esto también contribuyó a la transformación del paisaje cubano. El auge agrícola entre 1790 y 1830 da lugar a la formación de varios agrupamientos urbanos.

### **Las Guerras de Independencia y la Intervención norteamericana (1868-1902)**

La etapa anterior a 1868 se había caracterizado, en lo económico, por una profunda crisis cuyas raíces estaban en la disminución de los esclavos y en la dificultad para reponerlos. Contribuyeron a ello también la paralización de la expansión de la agricultura comercial y la ganadería intensiva hacia el Este, la crisis financiera, la caída de las exportaciones y de la producción del café. Esta situación desemboca en la Guerra de los 10 Años, que sirve además para completar el proceso de transformación que desde 1840 comenzaba a manifestarse como una necesidad esencial para la subsistencia y el progreso.

Al inicio de la Guerra de los 10 Años había una mezcla de formas nuevas, agrupadas hacia el occidente y de formas tradicionales hacia la región central y oriental. Las operaciones militares se concentraron en las zonas de Camagüey y de la región oriental, las Jurisdicciones de Sancti Spíritus y Remedios constituyeron una frontera a las mismas, aunque sus efectos, en algunos momentos alcanzaron hasta la zona de Colón.

La acción de los dos grupos contendientes se caracterizó por la devastación de las haciendas, la destrucción de pueblos y caseríos, la quema de los ingenios, la población dispersa o concentrada en puntos fortificados y la dotación de esclavos liberada.

En Camagüey, donde habían perdurado las formas tradicionales de explotación agraria, los efectos fueron más fuertes. De 100 ingenios, sólo quedó uno. La industria ganadera resultó también bastante afectada pues de 2 855 fincas, en 1878 había un solo potrero.

En las zonas occidentales la situación fue diferente, lejos de disminuir los ingenios aumentaron y eran más eficientes. Los que desaparecieron en las zonas central y oriental eran de menor importancia, lo que indica que ya en la Guerra de los 10 Años se iniciaba el proceso de concentración industrial que culminaría después de la independencia.

A partir de 1870, Güira de Melena, Batabanó y Alquizar, con una agricultura comercial diversificada son centros productores de la mayor parte de los vegetales que se consumen en la capital y en los ingenios, siendo ya exportados en una cantidad considerable. La producción de frutos menores, vegetales de invierno y frutas alcanza grandes volúmenes

En estas últimas zonas el cultivo del tabaco también fue destruido, comenzando entonces el proceso de concentración tabacalera, que no terminará hasta la primera década del siglo XX. Esta concentración se produce al hacerse mayores las unidades agrarias tradicionales (vegas), sobre todo en la zona llamada de Partido, centro proveedor de la hoja para la exportación a los Estados Unidos.

Para 1876 con una nueva división político administrativa, queda el territorio de la Isla dividido en 6 provincias, Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Las Villas, Puerto Príncipe y Santiago de Cuba, división territorial que perdurará hasta la segunda mitad del siguiente siglo.

Otro efecto de la Guerra Grande fue el cambio de uso de la tierra, cosa que sucede frecuente en el país, los ingenios desaparecidos se convierten en potreros, sobre todo en las zonas de Puerto Príncipe y Sancti Spíritus, volviendo a su antigua dedicación ganadera.

El cultivo del café ya en decadencia se concentra en ciertas zonas altas como Trinidad y Guantánamo. Sin embargo, para 1891 reaparece la plantación cañera en forma de colonias, que en la zona de Camagüey controlaban tres centrales: el Senado, el Congreso y el Lugareño. Esta forma de cultivo aunque había aparecido desde la década de los 30 se fue acentuando entre 1878 y 1895. El latifundio azucarero iba sustituyendo al latifundio ganadero; la industria y el cultivo de la caña se fueron extendiendo hacia tierras nuevas y baratas de las zonas orientales, donde posteriormente, en el siglo XX, se iba a localizar el gran centro productor de azúcar.

Esta expansión hacia el Este sería luego nuevamente detenida por la Guerra de independencia. Sin embargo, regionalmente, aparecen nuevos cultivos comerciales en el país como lo es el del henequén en Matanzas (luego detenido hasta la época republicana) y la explotación de los cicales y el cultivo del plátano "guineo", estos dos últimos en la zona nororiental, especialmente en Baracoa.

La Guerra de Independencia, lo mismo que la anterior, ejerció una gran influencia sobre la agricultura. A diferencia de lo ocurrido en 1868-78 la insurrección se extendió por todo el país, aunque de nuevo las regiones central y oriental sufrieron con mayor rigor las operaciones



militares. Esta expresión geográfica del escenario de la contienda vino a nivelar la situación económica del país.

Al igual que en la guerra anterior la población emigró hacia los centros urbanos y los lugares fortificados, siendo abandonados los campos, manteniéndose sólo alguna producción de subsistencia alrededor de los pueblos.

Al final de la guerra, la tendencia que venía desarrollándose desde la segunda mitad del siglo se acrecienta. Grandes extensiones de tierras en las zonas central y oriental son ocupadas para dedicarlas al cultivo de la caña, cerca de los grandes centrales. El precio de la tierra era muy bajo y los inversionistas americanos se apoderaron de enormes extensiones de tierra en el corto período que media entre 1899 y 1902, produciéndose una verdadera transformación en los campos. De esa forma aparecieron los colosos centrales, Francisco y Chaparra.

En el tiempo que transcurre entre 1878 y 1902, desaparece el régimen de trabajo esclavista y es sustituido por el de trabajo asalariado. Este fenómeno es el cambio más importante que se produce en el medio social antes de la instauración de la república.

La minería, salvo algunos yacimientos importantes en la zona oriental, estaba paralizada completamente y comenzó a rehabilitarse lentamente después de la terminación de la guerra, en 1899.

El estado general de la Isla era lamentable al fin de la dominación española. La intervención norteamericana se ocupó desde el inicio en resolver el problema inmediato del saneamiento del país (para proteger sus propias guarniciones), pero no trazó un plan de rehabilitación económica del territorio. Los ingleses también aprovechaban la situación y sentaban las bases para sus negocios ferroviarios

Sin embargo, de las medidas decretadas por el gobierno interventor una de bastante significación económica fue la Orden 62 de marzo de 1902, regulando el deslinde y división de las haciendas comuneras, los hatos y corrales, los que resultaban una traba para la expansión de la agricultura y la ganadería. Otras medidas económicas no tuvieron gran trascendencia. De 1899 a 1901 la balanza comercial fue defavorable al país, aunque las inversiones norteamericanas e inglesas suplieron la falta de ingresos por exportaciones.

Antes de que finalizara la intervención norteamericana fue terminado el ferrocarril central, favorecido por las inversiones extranjeras. Las comunicaciones marítimas se realizaban por compañías nacionales, que eran poco importantes y se dedicaban al cabotaje y por compañías extranjeras (norteamericanas e inglesas), la mayor parte del transporte de altura.

Desde 1878 se manifestó en la población una tendencia de aumento en su índice de crecimiento, a pesar de las guerras. Hasta 1902 fueron apareciendo nuevos núcleos de población, sobre todo hacia las nuevas zonas de expansión azucarera, moviéndose el centro de población hacia el Este. La población de las ciudades aumentó debido a que al final de las guerras, los desplazados hacia ellas no regresaron al campo

### ***Acción sobre el medio ambiente***

La economía ganadera extensiva introducida por los españoles impactó al sistema agrícola de los pobladores, lo que sin dudas ejerció su influencia en el medio; también fueron introducidas especies vegetales y animales que no eran conocidas por estos primitivos habitantes. Podemos

citar, entre otras, la caña de azúcar, el café, los cocoteros, el ganado (vacuno, porcino, caballar), el perro y las aves de corral.

El trabajo forzado al que fue sometida la población autóctona comenzó a diezmarla, apareciendo las enfermedades endémicas traídas por los españoles, especialmente las de origen pulmonar y las venéreas. Otras de las cuestiones que contribuyeron a diezmar la población aborigen fueron la alta mortalidad infantil y el proceso de mestizaje.

Podemos señalar entonces que durante los dos primeros siglos la transformación del medio natural y la depredación de los recursos no fue de gran peso debido al despoblamiento de los primeros tiempos, siendo las cuestiones más destacadas la tala de los bosques, iniciada desde un principio y luego acrecentada por la exportación de madera y las construcciones navales, intensificándose a partir del siglo XVII, e incrementándose particularmente a partir del último tercio del siglo XVIII, con la extraordinaria expansión de la industria azucarera que reclamaba madera, no sólo para la construcción de los ingenios de azúcar y demás edificaciones, sino también como combustible. El territorio que en 1774 estaba cubierto en un 83% de bosques, ya en 1827, había disminuído a un 68% (Del Risco, 1995).

Los cultivos de la plantación requieren de grandes extensiones de tierra y se talan los bosques para dar paso a las siembras en las llanuras interiores, intensificándose la transformación del medio natural con el desarrollo de las plantaciones de caña de azúcar. En las zonas montañosas también se producen desmontes para la siembra del café. Pronto esta deforestación dio lugar a que comenzaran a erosionarse los suelos.

A esta acción de eliminación de los bosques se unía el carácter transitorio de la ocupación del suelo debido a la necesidad de tierras vírgenes para obtener mayor productividad. El carácter trashumante de los ingenios exigía tierras que luego eran abandonadas cuando ya no rendían lo esperado, con el consiguiente deterioro de su capacidad agrológica, el desarrollo de los procesos erosivos, la disminución de las corrientes fluviales y de la biodiversidad.

Según Del Risco (1995), entre finales del siglo XVIII y principios del XIX La Habana y Matanzas fueron las zonas más afectadas por la destrucción de los bosques, que desde esa época sufrieron cambios irreversibles en sus ecosistemas.

En los pueblos y ciudades las condiciones higiénico-sanitarias no eran muy favorables debido a la concentración espontánea de la población. Los residuales domésticos y de las incipientes industrias iban a parar a las calles, a las corrientes de agua y en las ciudades costeras, como La Habana, Santiago de Cuba, Matanzas, etc., a las bahías, con el consiguiente deterioro de la calidad sanitaria de estos recursos.

Esta situación incidía en la salud de la población, siendo frecuente la aparición de epidemias de cólera, viruelas y otras enfermedades infecto contagiosas. Además con el inicio de las guerras independentistas, a partir de 1868, se aceleró el proceso modificador del paisaje, como consecuencia de los grandes movimientos de tropas y las acciones combativas entre ambos contendientes; así como también, se intensificó la degradación ambiental y la depauperación de la población humana, debido a las drásticas medidas de reconcentración aplicadas por el gobierno colonial a finales del siglo XIX.

Las transformaciones que tienen lugar durante este período profundizan las diferencias territoriales entre las regiones occidental y oriental del país. Puede afirmarse que en Cuba la

transformación radical del paisaje y el deterioro de su medio natural siguió al avance de las plantaciones de azúcar y al desarrollo de la urbanización. *Ninguna actividad económica exigió tanto del bosque como la industria azucarera* (Fernández, 1993).

### **Período de la República capitalista (1902-1958)**

El siglo XIX concluyó en Cuba con la transformación del sistema de plantación en un sistema de producción capitalista, donde continuó dominando los cultivos de caña, café y tabaco.

En 1902 se instaura la República después de retirarse el ejército norteamericano. El nuevo estado, aunque formalmente libre, nace como una república dependiente, mediatizada, con la *Enmienda Platt* (1901) y el dominio económico de los Estados Unidos, patentizado en el *Tratado de Reciprocidad Comercial* (1903) cubanoamericano.

Este es un período marcado por diferentes crisis económicas, etapas de prosperidad y de miseria. El latifundio azucarero se hizo dueño de la región oriental, equiparando el valor de su producción con la región occidental.

Según afirma Fernández (1993), *“En las dos primeras décadas del siglo, los capitales norteamericanos inundaron la nascente república fomentando y reestructurando la producción azucarera, la infraestructura y los servicios públicos en un proceso que continuó con diferentes grados de intensidad hasta 1958”*.

### **La República de 1902 a 1933**

El establecimiento de la república marcó el inicio de un extraordinario movimiento de grandes centrales, que ya había comenzado desde 1900 en las entonces provincias de Las Villas, Camagüey y Oriente, mientras que las provincias occidentales quedaban al margen de este proceso.

Sin embargo la creación de nuevos centrales fue lenta. Pueden distinguirse dos etapas : de 1900 a 1909 y de 1915 a 1926. Hasta ese último año había 75 nuevos centrales. Los otros existentes eran ingenios anteriores, del pasado siglo, remozados o totalmente reconstruidos. El motor principal de este desarrollo fue la expansión de la producción estimulada por el auge de las exportaciones de azúcar.

El latifundio cañero ocupaba alrededor del 40% del área total del territorio en 1920 ; la economía durante esta etapa dependió prácticamente de la producción azucarera, en orden de importancia le seguían el tabaco, la minería y finalmente las frutas y las mieles de caña de azúcar.

Las inversiones de capital norteamericano crecen extraordinariamente hasta 1919, sobre todo durante los años de la Primera Guerra Mundial, pero la crisis mundial de 1929 se refleja fuertemente en la economía cubana, que se deprime producto de la baja de los precios del azúcar en el mercado norteamericano. Una economía monoprodutora, abierta y dependiente, con el 80% de sus exportaciones basadas en el azúcar, se vió afectada en grado sumo.

La depresión del 1930-33 marcó una vuelta a los niveles de exportación del año 1905, con las cifras y precios más bajos del período republicano, los esfuerzos realizados para detener esta caída fueron infructuosos.

En el orden social, el período se inicia con un déficit grande de población, agravada por la concentración en las ciudades de la población desarraigada durante la guerra por la terrible reconcentración ordenada por Weyler. La cantidad de niños entre 1 y 5 años era muy pequeña, al igual que la de las mujeres en edad reproductiva. La brecha demográfica dejada por las guerras favoreció la inmigración de trabajadores para las labores productivas, en especial para la industria azucarera.

Después de la Ley de Inmigración y Colonización de 1906 y el Decreto de 1910 que reglamentó algunos aspectos de ésta, comenzó la *contratación* de chinos, jamaquinos, y haitianos, que hasta entonces habían sido rechazados por algunos sectores del país, cesando legalmente este tráfico en 1933, al dictarse el Decreto de repatriación obligatoria de los antillanos residentes en el país, después del período de crisis económica de 1929-32 por la reducción de la producción azucarera.

La población de Cuba comienza a crecer desde 1910 y particularmente en 1915 por la inmigración libre de europeos, en especial de españoles, atraídos por el auge económico del país. A ello se suma la emigración interior de la población hacia zonas de atracción económica y a la emigración del campo a la ciudad en especial a la capital. Estas dos formas de migración redujeron la necesidad de importar braceros antillanos.

La expansión demográfica hacia el Este sigue siendo un fenómeno característico también en la república, y el síntoma visible de este movimiento es la formación rápida de pueblos y ciudades especialmente en las zonas orientales. Los movimientos internos se ratifican con la disminución de la población en las zonas del occidente del país. Esto puede observarse entre 1907 y 1919, en Pinar del Río, en localidades como Guane, San Juan y Martínez, Mantua, San Luís y Viñales, y también entre 1919 y 1933 en algunos lugares de Matanzas como Alacranes, Jovellanos, Pedro Betancourt y Agramonte, entre otros.

La existencia de caminos y carreteras evoluciona con lentitud, hasta que se construye la Carretera Central a finales de la década de los 20. Sólo se había desarrollado la red de carreteras en la región habanera, en el resto del país se habían construído tramos que comunicaban algunos territorios.

A partir de 1929, la profunda depresión económica mundial y la propia crisis cubana determinan un nivel de vida extremadamente bajo. Millares de cubanos trabajan sólo por la comida. Esta situación provoca descontento y agitación en la clase trabajadora que sufre más directamente los efectos de la crisis, se inician entonces las grandes luchas a partir del año 1923, que desembocarán en la caída del dictador Gerardo Machado en 1933.

### **La República de 1934 a 1958**

El país sale de la crisis de los años 1929-33 en las peores condiciones de su historia económica, el grado de dominación extranjera ahoga todo intento de desarrollo económico. Los factores que dominan la estructura de la economía cubana durante todo el período republicano y especialmente en esta etapa son: las grandes empresas azucareras, el gran comercio importador y los grandes bancos extranjeros (Fernández, 1993).

En el año 1934 tienen lugar una serie de hechos que determinan una nueva etapa en nuestra economía que repercutirán sin duda en el estado del medio ambiente. En ese año se firma el tratado comercial con los Estados Unidos que aseguran el mercado cubano a las exportaciones

norteamericanas, es además cuando el Congreso de ese país aprueba la Ley Costigan-Jones que establece una cuota fija para las importaciones del azúcar cubano hacia Estados Unidos y es cuando las fuerzas reaccionarias nacionales con el apoyo de las extranjeras detienen el movimiento popular nacido durante la lucha contra Machado. Durante esta etapa se agudiza la extracción de la riqueza nacional, el saqueo de los fondos públicos, la consolidación del latifundio azucarero y la ampliación de la estructura latifundista en las explotaciones ganaderas y arroceras. La situación económica se refleja en el medio social por el desempleo, las huelgas y la persecución al movimiento revolucionario general. Todo ello caracteriza la economía cubana entre los años 1934-1958.

En la agricultura en cuanto a las técnicas de cultivo y cosecha el sector agropecuario tuvo muy poco desarrollo, en 1940 se hicieron esfuerzos por tecnificar la agricultura, pero sin grandes resultados. En la ganadería se mejoró el ganado criollo mezclándolo con otras razas como por ejemplo, la Santa Gertrudis. En cuanto a la industria azucarera, por una parte se iban reduciendo el número de centrales y por otra, aumentando sus capacidades productivas.

En cuanto al uso de la tierra en el país, se estabilizan las zonas productoras de tabaco donde mejor y con más calidad se produce la hoja : en la provincia de Pinar del Río, en Vuelta Abajo y Semi Vuelta y en algunos lugares de Santa Clara, Bayamo, Mayarí y Santiago de Cuba. El café se mantiene confinado a las zonas montañosas de Trinidad, Oriente y Pinar del Río.

Las transformaciones de mayor importancia, como ya se ha mencionado, se producen con la expansión de las zonas azucareras de Camagüey y Oriente. En la Isla de Pinos (hoy Isla de la Juventud) predominan las áreas agropecuarias y un núcleo poblacional donde se concentran las funciones que es Nueva Gerona. En 1858, aunque hay un equilibrio de la producción azucarera entre las zonas tradicionales occidental y oriental del país, las condiciones de vida en general de sus habitantes estaban sustancialmente desequilibradas a favor de la mitad occidental y concentrada en exceso en la capital.

Aunque la mayor parte de los productos industriales se importaba, pudo desarrollarse una incipiente base industrial en los sectores de la industria alimentaria, ligera, química, de materiales de construcción y las termoeléctricas y refinerías de petróleo que consumían hidrocarburos importados.

Como consecuencia de la industrialización, los requerimientos de mano de obra especializada y la oleada migratoria de la población rural hacia los centros urbanos, se agudiza el desempleo, aumentando los problemas sociales tales como la delincuencia, la prostitución, la violencia y la drogadicción durante la primera mitad del siglo XX.

### ***Acción sobre el medio ambiente***

Durante este período la expansión azucarera continúa su acción contra el bosque, la llamada Danza de los Millones (1920) se talan grandes extensiones de bosques incluso en la península de Zapata. En 1926, después de la expansión azucarera, los bosques cubrían sólo el 20% del territorio nacional. Para 1958, y pese al estancamiento de la industria azucarera, el área boscosa era de un 16%. Aunque en esos últimos años no fue excesiva la disminución, con la tala selectiva fueron extraídas las especies más valiosas.

El incremento del uso de fertilizantes y abonos químicos en la agricultura a partir de 1940, va produciendo la contaminación de los suelos y la degradación de la calidad de las aguas. El riego no controlado va provocando la salinización del manto freático en algunas regiones.

Los residuales líquidos y sólidos de la industria azucarera contaminan el aire, el agua y los suelos. Lo mismo sucede con los residuales de otras industrias y los provenientes de los diferentes asentamientos, tanto rurales como urbanos.

Las condiciones de salud de la población eran deplorables debido no sólo a la deficiencia de los servicios sino a las malas condiciones ambientales. La pobreza extrema de algunos sectores de la población en especial la población rural y algunas capas de la población urbana, el analfabetismo, la discriminación, el desempleo y en general la desigualdad social fueron características fundamentales del medio social de este período.

El interés de preservar y proteger la naturaleza no era objetivo de los gobiernos, sin embargo en 1941 aparece la Comisión para la Protección de la fauna “Abelardo Moreno” y en 1950 la Sociedad Cubana de Protección y Conservación de la Naturaleza, auspiciada por personas preocupadas por estas cuestiones.

### **La Revolución en el poder y la República Socialista (1959-1999)**

Este período se caracteriza por el tránsito de la producción capitalista a la socialista donde se destaca el cambio de estructura agraria del territorio con la Primera y Segunda Ley de Reforma Agraria, que provocaron además, la modificación de la estructura de la tenencia y el uso de la tierra, mediante un proceso de organización y consolidación de la actividad agrícola en el país. La revolución en el poder destruyó bruscamente la gran propiedad en manos de la burguesía agraria y convirtió los latifundios en grandes unidades económicas del Estado.

La herencia dejada por las etapas económico-sociales precedentes a la que se analiza, se manifestó en el país por un serio deterioro ambiental, ocasionado por la expoliación de sus recursos naturales, una gran parte de la población sumida en el hambre y la miseria, que presionaba aún más sobre las riquezas naturales para satisfacer sus necesidades más perentorias.

Por ello, fue necesario en los primeros 10-15 años de este período de revolución, priorizar los esfuerzos para elevar el desarrollo económico, social, y científico-técnico como vía para mejorar las condiciones del país, aunque esto redundara en una constante modificación del territorio. La degradación ambiental estuvo muy asociada al proceso de asimilación económica pretérito y actual. No obstante, con las referidas leyes, las extensas riquezas en manos de una minoría pasaron a enriquecer el patrimonio cubano.

El inicio de este período marcó también una completa transformación de la estructura territorial de las inversiones del capital extranjero y nacional. Asimismo, un paso importante fue el empeño de la recuperación de la voluntad hidráulica del país como un hecho de interés y decisivo, que propició el aumento de la construcción de obras hidráulicas y apoyó el desarrollo agropecuario e industrial del mismo. Estos avances, repercutieron en el bienestar de la población

Los cambios organizativos condujeron a una especialización diferenciada a nivel territorial, así como a la diversificación de la agricultura, lo cual dio inicio a la creación de las primeras

cooperativas, granjas del pueblo y empresas agropecuarias. Ésto ha propiciado diferencias territoriales, en cuanto a la distribución de las actividades económicas y de la población, y consecuentemente en el comportamiento de los problemas ambientales que han inducido históricamente la asimilación económica y las demandas del progreso social del país.

El proceso de industrialización es otro de los avances que se señalan dentro de esta etapa, pues de manera semejante a las otras actividades, la industria en el país se caracterizaba por marcadas desproporciones estructurales y territoriales y un bajo nivel de desarrollo.

### **Etapa de 1959 a 1975**

Las Leyes de Reforma Agraria no sólo tuvieron como objetivo el cambio de estructura de la propiedad agraria, sino también lograr una transformación radical de la estructura de la producción agropecuaria a fin de eliminar el monocultivo azucarero. Para aplicar estas leyes se organizan las Zonas de Desarrollo Agrario (ZDA) en el país, se reparten las tierras entre los campesinos y se establecen en los antiguos latifundios las Cooperativas Cañeras y las Granjas del Pueblo administradas por el Estado y con fuerza de trabajo asalariada.

Hasta septiembre de 1960, el proceso de nacionalización tiene un carácter antimperialista, aunque se mantienen formas burguesas de propiedad. A partir de octubre de ese año, este proceso adquiere carácter socialista al transformar las relaciones de propiedad, dando paso a la etapa socialista de la Revolución.

La Revolución tuvo que enfrentar en sus inicios otros dos grandes problemas: el de la balanza de pagos y el del desempleo urbano. Es por ello que se inicia un proceso de industrialización buscando la independencia económica que permitiera reducir la vulnerabilidad de la economía al sector externo, situación que era crítica en la década del 50, considerando además que las reservas de divisas del país alcanzaron niveles mínimos en 1959.

El avance de los cambios radicales que ocurrieron de 1959 a 1961, provocaron la ruptura de las relaciones económicas entre Cuba y los Estados Unidos en el período anterior; fue cerrada la venta de petróleo a Cuba y a finales del año 1961, decretaron el bloqueo económico a nuestro país. La economía cubana se encontró en una situación difícil, y rápidamente tuvo que reorientar sus importaciones y exportaciones hacia nuevos mercados más lejanos, con especificaciones técnicas y hábitos de consumo diferentes.

El proceso de recuperación productiva y social del país se vió afectado, llevándonos nuevamente al uso intenso de los recursos naturales, a las desproporciones territoriales en la economía y la población y a una mayor transformación del medio natural, afectándose la calidad del medio ambiente y humana. Sin embargo, el establecimiento de las relaciones con los países del campo socialista y los esfuerzos desplegados por el Gobierno Revolucionario, impidieron la depresión del estatus económico, social y político que el país había alcanzado en éste período.

Las profundas transformaciones socialistas realizadas en esta etapa se encaminaron principalmente a fomentar los avances de la industria en estrechos vínculos con el desarrollo de la producción agropecuaria, lo cual estuvo orientado hacia una política de diversificación adecuada de la actividad y la creación de bases que permitieran el incremento equilibrado de otros sectores económicos del país.

Transcurridos aproximadamente 10 años desde el inicio de esta etapa, la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria de la población requirió del aumento de la productividad de las tierras, por lo que desde 1958 hasta 1967, se incrementó en 5 veces la disponibilidad de fertilizantes y el parque automotor de respaldo a la actividad agrícola, importándose medios técnicos de alta potencia para la preparación de las tierras, tales como tractores y bulldozers.

Como se puede apreciar las transformaciones socialistas cambiaron el esquema de desarrollo agropecuario del país, pues la ganadería tuvo igualmente un notable crecimiento, representando más de un tercio de la producción total. Asimismo, se elevó la eficiencia de la agrotecnia del riego. Los cambios realizados, transformaron de manera radical el carácter de esa actividad y ayudaron a mejorar su eficiencia, además de redundar positivamente en la calidad de vida de la población, en particular en las áreas rurales.

Desde 1962 hasta 1969, la superficie agrícola aumentó, así como se duplicó la superficie cultivada, además se elevó el consumo de fertilizantes provocando, en algunos casos, la quimización de los suelos. Se aplicó el riego en distintas provincias del país, con lo cual se elevaron los rendimientos y se incrementó la mecanización en áreas llanas para el cultivo de la caña de azúcar.

Todo ello dio lugar a la construcción de obras hidráulicas, que aumentaron de 6 pequeños embalses a 360, así como a la formación de 155 nuevos asentamientos y a la construcción de numerosas carreteras y caminos pavimentados.

Las variaciones ocurridas, si bien ayudaron a mejorar la productividad de la rama agropecuaria y la vida de la población, también influyeron en la transformación del paisaje, degradándolo.

A partir del año 1959 hasta el año 1975, se llevó a cabo el proceso de industrialización, el cual estuvo vinculado a la política de desarrollo y reorganización de la economía y en particular al fomento agropecuario del país.

Sin embargo, como producto de las secuelas legadas de los períodos económico-sociales anteriores y la emigración de profesionales y técnicos calificados, se interfirieron los avances iniciales alcanzados por el sector industrial, por lo que se hizo más lento en sus primeras décadas. No obstante, ocurrieron cambios en la estructura ramal y a nivel territorial de la actividad.

La nacionalización de las empresas extranjeras realizada en el año 1960, produjo transformaciones a la industria, principalmente azucarera. Algunos centrales se desactivaron, otros se modernizaron y ampliaron sus capacidades y también se construyeron nuevos. Las áreas del cultivo de la caña se extendieron para aproximarlas a los centrales, introduciendo nuevas técnicas de cultivo y cosecha.

Entre 1960 y 1969, se reanima la explotación minera de níquel y cobalto en la región que se extiende por la costa norte de oriente desde Mayarí hasta Moa. Se reinició el funcionamiento de la actual fábrica Comandante René Soto Alba construida en el año 1943, por los norteamericanos, y en 1961 y 1989, respectivamente se establecieron las instalaciones Comandante René Ramos Latour y Comandante Ernesto Che Guevara, que producen sulfuro de níquel y cobalto, sinter, óxido granular y polvo de níquel; una cuarta planta, Las Camariocas, similar a la última de éstas, que se encuentra en fase de terminación.



Al cambiar el carácter de la agricultura, la propiedad estatal tuvo la supremacía, en cuanto a la ocupación de las tierras sobre el sector privado y se creó la forma cooperativa de producción. También la ganadería experimentó cambios apreciables, mediante la mejora genética de la masa ganadera, el incremento de las tierras de pastos cultivados y la producción de heno y ensilaje. Además, se extendieron otros cultivos, como los cítricos y el café.

En el año 1970, ocurrió la Zafra de los Diez Millones, que aunque no alcanzó esta cifra se convirtió en la mayor producción del país lograda hasta entonces. Como consecuencia se amplió este cultivo, para lo cual se desbrozaron espacios ocupados por marabú, aroma y maniguas, principalmente en las provincias orientales y en Camagüey.

Asimismo, surgió el movimiento de las microbrigadas con el cual se elevó el número de viviendas construidas, el aumento de la producción de materiales de construcción y de residuales provenientes de esta actividad industrial. Todo ello contribuyó a aumentar las cargas ecológicas que debía soportar el territorio del país.

Las deplorables condiciones de salud de la población al triunfo de la Revolución, producidas no sólo por la mala calidad de los servicios de salud, sino también por las condiciones sociales y ambientales existentes, entre ellas la pobreza extrema en la población rural y en ciertos sectores de la urbana, la falta de agua potable y una adecuada disposición de residuales líquidos y sólidos, domésticos e industriales, hicieron que, desde un inicio, se implementaran políticas de salud y educación para lograr equidad, no sólo en el medio económico, sino también en el social.

### **Etapa de 1976 hasta 1999**

La nueva División Político Administrativa elaborada en el año 1976, jugó un papel importante, en la distribución y aprovechamiento de los recursos naturales del país, contribuyendo a eliminar las desproporciones territoriales. La misma propició la creación de siete ciudades cabeceras provinciales y estableció los niveles de jerarquía político-administrativa, lo que influyó además en la redistribución de la población en asentamientos con determinada especialización industrial que constituyen pueblos sedes con centrales azucareros, puertos o complejos industriales de nuevo desarrollo, como Moa, Nuevitas, Santa Cruz del Norte, entre otros. Estos factores han condicionado cambios en las características de la población del país, principalmente rural, así como en el medio ambiente.

Hasta el año 1975 prevaleció la supremacía de las inversiones a la actividad agrícola, con posterioridad a esa fecha, las mismas se destinaron al fomento de la producción industrial. Por ello, se aceleraron las exportaciones, se continuó la política de ampliación y modernización de la industria azucarera y de otras industrias, creciendo el ritmo de producción industrial en el período.

En 1976, se desarrollan nuevas instalaciones industriales en la parte central (Santa Clara y Cienfuegos) y oriental (Nuevitas y Holguín), tales como la industria mecánica y de fertilizantes y la terminal de azúcar a granel, en la primera y la industria del cemento, fertilizantes y energía eléctrica, en la segunda.

De 1980 a 1985, se reestructuró el sector agropecuario, con el paso de la agricultura cañera a una fase de integración de la industria y surgen los Complejos Agroindustriales Azucareros (CAI), constituyendo un sistema socioeconómico que incluye todos los elementos del proceso

---

productivo, desde la fuente de materia prima básica hasta la elaboración del producto final y sus derivados.

La población creció hasta 1981 y después comienza a decrecer hasta 1992. En la parte oriental del país se concentran los municipios con una disminución en la tasa de crecimiento. El proceso de cooperativización de las tierras privadas, aceleró la concentración rural de la población

Por último, el período especial, a partir de 1990, constituye una etapa importante, debido a la necesidad de variar el modelo de manejo de los recursos naturales. Los incesantes esfuerzos por la recuperación económica del país, después de la desaparición del Campo Socialista, han llevado a tomar soluciones alternativas para garantizar las necesidades más perentorias de la sociedad, lo que también ha provocado algunas alteraciones del medio ambiente.

En la agricultura se incrementó el uso de biofertilizantes, abonos orgánicos y verdes, técnicas de lucha biológica contra las plagas y el empleo de la tracción animal para el laboreo de los suelos, prácticas éstas que propician una agricultura sostenible

En cuanto a la industria, experimenta un incremento significativo entre 1975-1988, por las inversiones realizadas en todo el país. A partir de la década del 80 se logra una mejora de los aspectos ambientales de ésta, disminuyendo los problemas de afectación al medio que provocaban, al ser aprovechados sus residuos. Esto sucede en especial en la industria azucarera, alimentaria y en la básica.

Los programas desarrollados en la esfera de la salud, iniciados en la etapa anterior, han alcanzado y en muchos casos han superado los objetivos y metas de la Agenda 21 y los de la Organización Panamericana de la Salud para el año 2000.

A diferencia de los períodos precedentes, estos avances han sido respaldados por políticas consecuentes de carácter económico, social, cultural, científico, jurídico y legal que atenúan los efectos mesológicos perjudiciales de la acción humana en su entorno.

### ***Acción sobre el medio ambiente***

Las condiciones histórico económicas aparecen como las causas más antiguas que han influido en la transformación del medio ambiente en nuestro país. A medida que la estructura social y económica se fue complicando, se hizo también más compleja la situación ambiental en el territorio. Cuando los grandes latifundios se dividieron y se redistribuyó la tierra en pequeñas parcelas, ésta fue cultivada intensivamente, produciéndose así nuevas transformaciones del medio ambiente.

El uso de la tierra se ha caracterizado porque sus mejores tierras han estado bajo plantaciones de cultivos de exportación como caña de azúcar, plátanos, tabaco, café y cacao. Además de haber provocado la erosión de los suelos y la pérdida de su capacidad agrológica, la población ha tenido que ocupar zonas de montaña donde la práctica de una agricultura de corte y quema erosiona los suelos y provoca incendios forestales.

Las perturbaciones del equilibrio hidrológico han afectado el suministro de agua de las cuencas hidrográficas provocando diferencias extremas de las corrientes estacionalmente, la reducción de la recarga del acuífero subterráneo, la sedimentación de ríos, estuarios, pantanos y zonas costeras, el aumento de las inundaciones y las condiciones de sequía, (Melville, 1981).

Las costas también han recibido un perjudicial impacto ambiental cuando han sido destruidos los manglares que sirven de barrera protectora y como habitat de algunas especies marinas, al ser construídas diferentes edificaciones producto del desarrollo del turismo en la región.

Con la concentración de la población en las ciudades, que ofrecen una mejor oportunidad de trabajo a la población rural (migración campo-ciudad), aparecen en la periferia de las mismas, las llamadas villas miseria o los arrabales, donde se agudizan los problemas de higiene ambiental que aquejan a la mayoría de las grandes urbanizaciones, o sea la carencia de una solución adecuada para los residuales domésticos e industriales líquidos y sólidos y el suministro de agua potable.

El aumento acelerado de la población urbana ha traído como consecuencia que aumente el número de personas que dependen indirectamente de la producción rural. En Cuba, según Levine (1981) es de 185 personas por km<sup>2</sup> de tierra arable.

Pero la consecuencia más seria a largo plazo de la rápida deforestación, aparte de los cambios en la cobertura, es la pérdida de la diversidad genética de la flora y la fauna. Gran número de plantas silvestres y de especies animales son frecuentemente utilizadas como alimento, medicina tradicional, materiales de construcción, materia prima para cosméticos, aceite, drogas y otros usos. Es probable que muchas plantas sean destruídas aún antes de haber sido estudiadas; estos problemas se agudizan en las áreas limitadas para los asentamientos y donde la agricultura, el turismo y el desarrollo industrial están compitiendo por la misma tierra.

Cuadro 1. Dinámica de la superficie forestada del territorio nacional(en %)

Años	%
1492	96
1510	92
1774	83
1827	68
1900	41
1926	20
1958	16
1970	15
1990	18
1995	21

Fuente: Del Risco, 1995

La deforestación ha sido, pues, la más seria consecuencia y el problema general más importante, provocada no sólo por la agricultura como ya se ha dicho, sino también por el desarrollo de la urbanización y la carga poblacional sobre el territorio. La presión que la población urbana ha ejercido sobre los recursos naturales ha sido grande si se tiene en consideración que el 81.7% del territorio que se encuentra ocupado por cultivos, pastos y áreas forestales soportan una población de 8 288 390 habitantes urbanos

La explotación minera de níquel y cobalto en la región oriental (desde Mayarí hasta Moa) ha originado algunos problemas ambientales, principalmente la devastación del relieve y la contaminación de las aguas por metales pesados y el empolvamiento. Para mitigar esta situación se han tomado medidas correctivas, que disminuyan la incidencia en la salud de la

población y en el estado general del territorio, considerando el área de influencia de las instalaciones.

Aunque en los primeros años de la Revolución la cuestión ambiental no era tenida en cuenta concientemente, las medidas y leyes revolucionarias fueron logrando un avance en la sensibilización y concientización acerca de los problemas ambientales, sobre todo porque se había heredado un medio ambiente severamente modificado y contaminado.

Así, en la nueva Constitución de la República, de 24 de febrero de 1975, en su artículo 27, se recoge la necesidad de proteger el medio ambiente. La Ley 33 de 1981 primero y la Ley 81 del Medio ambiente de 1997 *Sobre la protección del Medio Ambiente y el Uso Racional de los Recursos Naturales*, que derogó a la anterior, establecen los principios fundamentales para la protección del medio ambiente en el país.

Con el fin de cumplimentar lo establecido en la Constitución y lograr una integridad de las acciones para la protección y conservación del medio se crea en 1977 la *Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente y el Uso Racional de los Recursos Naturales* (COMARNA). En 1986 se comienzan a incorporar, en el Plan de la Economía Nacional, las inversiones de protección al medio ambiente, se construyen plantas de tratamiento de residuales para las industrias contaminantes heredadas del período pre-revolucionario y las que se construyeron entre los años de 1960-1970.

Como consideraciones finales podemos decir que:

- Se comprobó que el enfoque geohistórico es adecuado para las investigaciones de Historia ambiental.
- El territorio de Cuba, se encuentra transformado en un alto por ciento, después de haber transitado por diferentes formaciones económico sociales (desde la comunidad primitiva hasta la actual socialista) y la expresión de sus modelos productivos explican el origen y la modalidad de esta transformación.
- Los mapas que aparecen en el Anexo, reflejan gráficamente la situación inicial y actual de la expresión espacial de este fenómeno.
- La industria azucarera, la ganadería y la extracción minera son las actividades económicas que han contribuido en mayor grado a la transformación del territorio del país.
- La deforestación es la consecuencia ambiental directa de la ocupación y asimilación del territorio.

---

## II.1.1. HISTORIA AMBIENTAL DE LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN

Dra. Carmen Mosquera, Dra. Margarita Fernández y Lic. Dayamí Hernández

Límites de la zona de estudio. Periodización.

El territorio objeto de estudio tiene un área de 3 255 km<sup>2</sup> y comprende la zona ocupada por los actuales municipios de Mayarí, Frank País, Sagua de Tánamo y Moa en la provincia de Holguín. En la época prehispánica constituía los cacicazgos de Barajagua y Sagua de Tánamo; posteriormente durante la conquista y colonización perteneció a las jurisdicciones de Santiago de Cuba y de Baracoa y en la época republicana a la provincia de Oriente.

Como el espacio geográfico construido ha transformado la superficie terrestre en sus estructuras, en sus morfologías y en sus funciones de acuerdo con las diversas fases históricas de las diferentes sociedades (Uribe, 1997), es por lo que en los estudios sobre el medio ambiente se hace necesario, para interpretar la situación presente, tener un conocimiento de lo que ha ocurrido en el pasado y según lo antes expuesto, las características actuales del medio ambiente de un territorio se encuentran condicionadas por su desarrollo histórico. Los principales efectos negativos de éste, que han dado lugar a la modificación del entorno, tienen su origen en la explotación inadecuada de sus recursos naturales y humanos y en la anárquica utilización del territorio, expresada fundamentalmente en el uso de la tierra y el desarrollo de los asentamientos humanos.

Podríamos entonces establecer que la situación ambiental de nuestra zona de estudio ha transitado por varias etapas en su evolución de acuerdo con la ocupación y asimilación de su territorio. Estas etapas, para una mejor comprensión, se designarán con el nombre de los períodos históricos por los que ha transitado y se calificarán con el grado de asimilación que han experimentado

- Prehispánico o aborígen (hasta 1492). Ligeramente antropizado
- Descubrimiento, conquista y colonización (XVI-XIX). Medianamente antropizado.
- Intervención norteamericana y república (hasta 1959). Altamente antropizado.
- La república después de la revolución (1959-1999). Altamente antropizado, con medidas de protección y corrección.

### ***Período prehispánico o aborígen (hasta 1492). Ligeramente antropizado***

Antes de la llegada de los españoles, el territorio objeto de nuestro estudio estuvo ocupado por el grupo aborígen conocido como grupo Mayarí, que ocupó la proximidad de la bahía de Nipe y algunas corrientes fluviales como los arroyos del Palo y Mejía. Según Tabío y Rey (1979), no deben haber sido conocidos por los españoles ya que vivieron en Cuba entre los siglos IX al XI de nuestra era. Los pocos residuarios que se han encontrado están en el área de Mayarí, en tierra adentro (a unos 10-30 km de la costa) en los sitios mencionados y también en las márgenes del río Levisa.

Emplearon profusamente la cerámica, muy simple, decorada, siendo las vasijas de pequeño y mediano tamaño. Entre los utensilios empleados se han encontrado las “dagas” o cuchillos de sílex, además de percutores, morteros y majaderos de piedra y las piedras tintóreas (rojas y

amarillas). De los utensilios de concha, los más abundantes eran las gubias y entre los de hueso fue encontrada una pequeña flauta de dos orificios que parece ser el primero de estos instrumentos hallado en el área antillana. Se supone que habitaban en casas rudimentarias hechas de troncos y ramas y se alimentaban fundamentalmente de jufías y en menor escala de quelonios (tortugas terrestres y marinas) crustáceos, moluscos, peces y reptiles (iguanas). Al parecer no practicaban la agricultura, por lo menos en la forma que lo hacían los grupos aruacos, porque en los residuarios no se encontraron fragmentos de los “burenes”, artefactos de barro utilizados para cocer las tortas de casabe. Parece que estos aborígenes se dedicaron a la actividad de la caza de animales de tierra adentro y por los residuos de su alimentación se puede inferir que la utilización de animales costeros en su dieta había pasado a un segundo plano.

El otro grupo aborígen que se asentó en este territorio fue el de los subtaínos, de origen suramericano (aruaco), el que por su amplia difusión y permanencia es el más representativo de Cuba en la época de la conquista, sobre todo en la zona de Banes-Holguín. Existen noticias de ellos tanto por el testimonio de Cristóbal Colón como por los cronistas de Indias. Eran de talla media, del color de los canarios y se deformaban el cráneo. En el territorio que estudiamos se han encontrado y analizado residuarios en la loma del Cementerio, Barajagua (Mayarí); El Yayal, sitio Canalito junto a la bahía de Nipe, en Antilla; sitio Loma de los Mates, no muy lejos del central Tacajó y el sitio Ventas de Casanova, cerca de Contramaestre. Sin dudas, los indios que Colón describe en su diario del recorrido por la costa norte de la antigua provincia de Oriente, en el tramo comprendido entre Gibara-Bariay-Tánamo, eran subtaínos.

El grado de desarrollo en que se encontraban estas comunidades antes de la llegada de los conquistadores, de acuerdo con los estudios arqueológicos y etnológicos permiten suponer que las fuerzas productivas se habían desarrollado en un grado relativamente considerable, teniendo en cuenta los instrumentos desarrollados para la producción; en el uso y perfeccionamiento de las técnicas agrícolas, y en el desarrollo de las técnicas ceramistas. El ajuar de estos grupos era muy abundante y variado, encontrándose una gran cantidad de artefactos de cerámica, piedra, concha, hueso, madera y fibras. Tejieron telas de algodón (Colón hace constante alusión a esta planta y sus posibilidades económicas en sus descripciones del recorrido por esta zona), redes para pescar y hamacas para dormir. Confeccionaban cuerdas y cabuyas con fibras vegetales.

Su actividad económica era, además de la recolección de frutos y productos vegetales, la recolección de moluscos y crustáceos, la pesca y la captura de animales terrestres y acuáticos a lo que se añade la agricultura y la industria. La agricultura se realizaba, al parecer, en pequeñas parcelas preparadas al efecto y que se llamaban conucos, es decir su agricultura estaba desarrollada pero en extensiones de tierra limitadas. Lograron domesticar algunas plantas como la yuca (*Manihot esculenta*), el algodón (*Gossipium barbadense* L.), maíz (*Zea mays* L.), el tabaco (*Nicotina tabacum* L.), y la piña (*Ananas comosus* L.). Sus sacerdotes o curanderos dominaban una amplia gama de plantas medicinales (algunas alucinógenas (Guanche, 1996). El trabajo industrial, posiblemente realizado por las mujeres, se desarrollaba en dos actividades: la confección de la cerámica y la elaboración de las fibras textiles.

Se asentaban en poblados situados en la cúspide de alguna pequeña elevación próxima a una corriente de agua; las casas estaban distribuidas de forma circular casi siempre, dejando una plaza como área central, su número promedio era de 10. Podían ser de forma circular o rectangular, construidas con troncos de árboles y techos de ramajes en las que habitaban varias personas, según relata Colón en su Diario. Como transporte marítimo utilizaban las canoas o “almadías” hechas con troncos de árboles ahuecados. Existían senderos o trillos estrechos, limpios de vegetación entre los bosques que posiblemente fueran utilizados para comunicarse entre poblados.

#### *Acción sobre el medio ambiente*

Sin lugar a dudas estos grupos de aborígenes ejercieron un cierto impacto ecológico en la zona donde se asentaron, aunque por el carácter de su cultura dependiente en gran medida de lo que la naturaleza les ofrecía, con técnicas agrícolas rudimentarias y con una densidad poblacional baja, no pudieron introducir cambios notables en el medio natural, por lo que los geosistemas naturales predominaron en esta etapa.

A pesar de haber hecho uso de la madera para la construcción de sus balsas de troncos, canoas, lanzas y objetos de artesanía y que el consumo de algunos animales para su alimentación provocó la disminución de animales como la jutía, el manatí, las palomas, las tortugas y los moluscos, éstos no podían haber producido acciones de importancia sobre el medio natural. Ello puede deducirse del propio Diario de Navegación del Almirante Cristóbal Colón y de las narraciones de los cronistas de Indias, la zona se conservaba en un estado muy próximo al original, modificada fundamentalmente por la acción de los elementos naturales (combustión espontánea, huracanes, acción del salitre, etc).

De hecho, en 1492, cuando Colón recorrió las costas de Cuba, desde Nipe hasta el río Moa durante los días 14 al 26 de noviembre, hizo referencia a lo inaccesible que resultaba el lugar desde la costa (Morales, 1923). Esta región debió mantenerse conservada durante mucho tiempo después de la llegada de los colonizadores. El paisaje del territorio abrigó al indocubano sin que éste lo alterara en su equilibrio y en sus formas.

#### ***Descubrimiento, conquista y colonización (XVI-XIX). Medianamente antropizado***

El 14 de noviembre de 1492 arriba Colón a un “buen puerto y río ... todo de buena anchura y muy hondo, donde hay muchas islas” , ha llegado a la bahía de Tánamo a la cual nombra Mar de Nuestra Señora y al puerto que se encuentra en su boca puerto del Príncipe (hoy Barrederas). Describe todo lo que va encontrando y es esta relación la que nos permite hoy reconstruir el estado del medio ambiente a la llegada de los españoles a la Isla.

Entre el día 14 y el 28 de ese mes recorre la costa de lo que hoy es nuestra área de estudio y nos brinda la primera descripción geográfica de esa zona. Según Colón había muchas palmas, nueces grandes como las de la India, ratones grandes (jutías), muchas aves y cangrejos y caracoles de gran tamaño. Descubre una isla llana, Cayo Moa, y un río de mayor caudal que los otros anteriores que ha visto, cuya agua dulce penetra en el mar. Ve en el río unas piedras con unas manchas “como de oro” que manda a recoger para enviarlas a los Reyes y al divisar los Pinares de Mayarí, “tan altos y derechos” piensa en su aprovechamiento económico para la construcción de naves y arboladuras para los barcos. En la boca del río Moa , en la playa, descubre “muchas otras piedras de color de hierro y otras que decían que eran de plata, todas

las cuales trae el río”, esta es la primera referencia al mineral de hierro de esa región. Continúa describiendo las montañas y su vegetación de pinares y señala que no hay poblados costeros aunque hay indicios de que existen. Esta es la zona entre la bahía de Santa Catalina y Cabo Campana que es sumamente quebrada.

Después de realizado el recorrido de descubrimiento, esta región permanece olvidada ya que para el colonizador, cuyo interés inmediato fue la extracción de oro y posteriormente la ganadería, esta región, en su mayor parte intrincada, no satisfacía sus expectativas. Finalizada la conquista de la Isla por Diego Velázquez el territorio quedó incorporado a la villa de Bayamo, durante los siglos XVI, XVII y parte del XVIII. Se tiene conocimiento que en 1757 en las haciendas de Mayarí Abajo (actual Mayarí) numerosos indocubanos comenzaron a hacer sus ranchos y bohíos de tabla y guano junto a una ermita que levantó el dueño de aquel lugar bajo la advocación de San Gregorio (de ahí el nombre de San Gregorio de Mayarí Abajo), aunque la fundación del núcleo poblacional data de 1804.

Los primeros colonos que se asentaron en Mayarí se dedicaron principalmente al cultivo del frijol y el tabaco, teniendo poca significación para la época la industria ganadera (Marrero, 1957). A principios del siglo XIX en Mayarí se cultivaba la caña, el resto de la llanura que bordea la sierra de Nipe, donde el suelo es arcilloso, estaba cubierta de monte virgen. Eran frecuentes los pinares en suelos limoníticos (Marrero, 1957). Así se mantuvo hasta principios del siglo XX, cuando se descubrió que la región era muy importante desde el punto de vista minero.

Desde 1775 se tienen noticias de la existencia del hato de Tánamo, destinado a la crianza de ganado y que ya en 1794 existía un templo dedicado a la Santísima Trinidad y varias viviendas de los cortadores de maderas que se enviaban a los Astilleros de La Habana, habiendo elegido dicho sitio por la abundancia de sus bosques y la facilidad para su trabajo. Además de las maderas, los primeros vecinos comenzaron a sembrar tabaco y debido a los resultados favorables fue atrayendo nuevos vecinos para asentarse en el lugar.

El caserío de Moa también se originó alrededor de una ermita, la de San Juan de Mata, que en 1854 fue erigida en parroquia. Durante estos cuatro siglos los centros de población concentrada más importantes de la región que estudiamos fueron Mayarí y Sagua de Tánamo como puede apreciarse en la siguiente tabla:

Tabla 1. Asentamientos en diferentes años

<b>ASENTAMIENTOS</b>	<b>1827</b>	<b>1861</b>	<b>1899</b>
Mayarí	667	520	1821
Sagua de Tánamo	376	436	1252
Guaro	---	---	364

Fuente: Censos de Cuba

A finales del siglo XVIII la zona sólo tiene un camino principal que va a la bahía de Nipe, por lo que las relaciones territoriales se establecen esencialmente por las vías fluviales y la navegación costera. Mayarí y Sagua de Tánamo son puertos tocados por líneas de cabotaje de pasajeros y mercancías. Los caminos de herradura y los simples senderos sólo son transitables en época de seca, como refiere el Obispo Morell de Santa Cruz en su recorrido por



Sagua de Tánamo. Es por esta razón que las relaciones territoriales internas no se facilitaron. Hacia finales del siglo XVIII el modelo económico territorial predominante es el de café y tabaco.

#### *Acción sobre el medio ambiente*

Durante el transcurso de los estos primeros siglos coloniales las transformaciones del medio ambiente no fueron muy significativas, debido esencialmente a las bajas densidades de población existentes en el territorio que, sometido inicialmente a una violenta despoblación, tuvo con posterioridad un lento crecimiento de sus habitantes. Las acciones dirigidas contra el paisaje fueron muy localizadas y fundamentalmente dirigidas a la tala de bosques con diferentes fines, aunque no alcanzó el grado que tuvo en la zona occidental de la Isla originado por la expansión azucarera de finales del siglo XVIII. Tampoco esta zona se vió afectada por las guerras de Independencia ni por fenómenos naturales como ciclones o inundaciones.

#### ***Intervención norteamericana y república (hasta 1959). Altamente antropizado.***

El siglo XIX finaliza con la guerra por la independencia de Cuba (1895-98) que arrasó con la mayor parte del paisaje económico del campo (Fernández, 1996), sin embargo, en la región que nos ocupa, el Norte de la entonces provincia de Oriente, no ha tenido lugar todavía la influencia de la implantación azucarera aunque el desarrollo del poblamiento tabacalero se hace sentir de manera notable, sobre todo en la zona de Mayarí. La tendencia a penetrar en zonas nuevas inexploradas o escasamente explotadas hasta la última mitad del siglo XIX fue característica de este nuevo período, la que se va a desarrollar plenamente durante el período republicano.

Entre 1877 y 1902 tienen lugar los primeros intentos de fundar una industria azucarera en el norte de la región oriental. La compañía franco española del Dominio de la Bahía de Nipe inicia el proyecto del Central Paris en 1881, que luego fue desechado. De mayor interés fue la explotación de los cocales y el cultivo del banano (guineos) que luego pierde importancia al abrirse Centroamérica al mercado norteamericano y ser atacados los cultivos por diferentes enfermedades.

Durante la primera intervención norteamericana se produce una verdadera transformación en el campo, cuando las antiguas haciendas comuneras fueron adquiridas por el capital extranjero, en especial de los Estados Unidos. En esas grandes extensiones de tierra se desarrolla el modelo territorial que caracterizará este período: la plantación (azucarera y bananera) y el latifundio ganadero. En esos primeros años del siglo fueron invertidos en esa región más de 60 millones de pesos por 5 compañías norteamericanas: La Cuban Railroad, la Spanish American Iron Co., la Nipe Bay Co., la United Fruit Co. y la Dumois Nipe Co. En la zona próxima a la bahía de Nipe, la United Fruit Company adquirió unas 65 mil hectáreas de tierra que inicialmente se dedicaron al cultivo del plátano y luego fueron dedicadas a la caña de azúcar, construyéndose el Central Preston (1904).

Cerca de la bahía de Cananovas la Atlantic Fruit and Sugar Co. poseía la plantación bananera Cananovas cuya producción se transportaba por el río y se embarcaba hacia los puertos de Filadelfia, Baltimore y Nueva York, en Estados Unidos. Otra zona bananera con uno de los mayores platanales de Cuba estaba en Cayo Mambí; esta plantación fue demolida más tarde para sembrar caña para el Central Tánamo, el más moderno de la época, construido con todos los adelantos tecnológicos, a un costo de 28 millones de pesos, haciendo su primera zafra en 1921. Por Cayo Mambí se exportaba el azúcar del Central Tánamo, los plátanos de Cananovas

y también el tabaco, el café, las pieles y los minerales del territorio adyacente a Sagua de Tánamo.

En 1901 fue realizado un reconocimiento geológico de la Isla por Vaugham y Spencer, en el que se detallaban extensamente los yacimientos de hierro limonítico de la costa norte oriental desde Nipe hasta Baracoa. Fueron éstos, los primeros descubiertos en América por Colón en su primer viaje y luego olvidados durante tres siglos. Los depósitos de limonita que contienen además de hierro, óxido de cromo y silicato de níquel, que se encontraban en cantidades asombrosas, atrajeron al capital norteamericano que inmediatamente solicitó en el municipio de Mayarí (en Guayabo y Cabonico) dos cotos mineros, con una superficie total de 28,267 ha.

En 1903 E.P. Coff comenzó a explotar el mineral de hierro, en 1909 la Spanish American Iron Co. subsidiaria de la Pennsylvania Steel Co. y de la Bethlehem Steel Corporation comenzó a explotar el coto de Guayabo en los Pinares de Mayarí. El mineral se procesaba en Cajimaya (Felton), en la bahía de Nipe y se embarcaba hacia Estados Unidos. La producción, que en 1914 alcanzó los 3 millones de toneladas, disminuyó durante la Segunda Guerra Mundial debido a dificultades para su transportación. Este mineral se explotaba en minas a cielo abierto, produciendo un acero especial llamado acero Mayarí. Los principales centros productores se encuentran en Mayarí, Moa y Cabonico. En Mayarí, junto a las minas de hierro se descubrió una mina de cromo metalúrgico (mina Caledonia), cuya explotación acometió enseguida la empresa Spanish American Iron Co.. Después de haber extraído 95 000 ton se consideró que estaba agotada, pero investigaciones posteriores avalaron su puesta en marcha nuevamente.

Durante el período 1919-1939 la planta de Mayarí trabajó sólo por temporadas, pero en la década de los 40 se consiguió separar económicamente el níquel contenido en las limonitas y se construyó entonces la empresa Nicaro Nickel Co. que explotó el coto de minas de Ocuja, al Este del poblado de Mayarí, estableciendo en la península de Lengua de Pájaro, al fondo de la bahía de Levisa, una planta de tostado y lixiviado, primera en su clase en el mundo (1943) para obtener el níquel en forma de óxido, listo para ser refinado. Esta planta estuvo inactiva entre 1947 y 1952, luego se reabrió bajo el control de una compañía holandesa-cubana, se amplió y aumentó su producción en respuesta a la demanda creciente de níquel por la industria americana.

El desarrollo de la minería fue acelerado e intenso, se localizaron enormes masas de cromo en la región Moa-Baracoa llevándose a cabo una intensa explotación. Aunque desde 1888 se conocían los yacimientos de cromo de Punta Gorda no fue hasta 1905 que la compañía norteamericana Harbinson y Walker comenzó a explotar el yacimiento Potosí hasta 1910. En 1940 comienza la explotación a gran escala debido a la demanda provocada por la Guerra, en los yacimientos de Cayo Guam, construyéndose un puente de hierro sobre el río y un terraplén como vía de acceso y traslado del mineral hasta el puerto de Punta Gorda. Los cotos de Sagua de Tánamo y la mina Caledonia volvieron a ponerse en producción también durante la Segunda Guerra Mundial.

En 1957 la Freeport Sulphur Co. constituyó una empresa subsidiaria, la Moa Bay Mining Co. para explotar una concesión hecha por el gobierno, estableciendo en la bahía de Moa una nueva planta para extraer níquel, y mediante un procedimiento distinto a Nicaro, obtener cobalto. A finales de la primera mitad del presente siglo se consideraba que los minerales

lateríticos de Cuba constituían una de las fuentes potenciales de níquel más importantes del mundo (Marrero, 1957).

En 1955 comenzó la construcción del puerto de Moa, por la Moa Bay Co., para ello se desmontó el manglar y se dragó un canal de entrada posiblemente sobre un antiguo cauce del río, modificándose así el medio natural. Este puerto constituía la vía de entrada y salida de la actividad económica de la fábrica de níquel y la comunidad cercana. A principios de este siglo el territorio apenas si estaba habitado. Excepto Mayarí y Sagua de Tánamo, no se encontraban núcleos de población concentrada importantes. El cultivo del banano seguido de la expansión azucarera y de la explotación minera y forestal le dieron un notable impulso.

El poblamiento ha estado vinculado al formato económico introducido por las empresas norteamericanas. Los asentamientos de los grandes centrales norteamericanos devienen en núcleos de población concentrada y en ocasiones en pequeños núcleos urbanos que difieren del resto por su apariencia lujosa, con parques, áreas verdes, buena iluminación y construcciones al estilo norteamericano (portales rodeando las casas y ausencia de persianas); divididos en barrios para los blancos, los negros, los técnicos, los extranjeros y hasta su policía aparte, como en el central Preston. Es también el tipo de población que se implanta en los establecimientos mineros como en Nicaro y Moa.

La fundación de centrales azucareros, el fomento de plantaciones bananeras, la explotación forestal y minera la construcción de terminales ferroviarias y de facilidades portuarias en las costas y bahías hizo que se sextuplicara la población en el periodo entre 1898 y 1943. El tipo de explotación latifundista predominante en las zonas cañeras y las zonas de suelos no cultivables en los Pinares y en las sierras de Moa determinaron la distribución de la población rural. La población de Nicaro surge con la planta en Lengua de Pájaro y la explotación minera en la Sierra de Nipe origina una población minera llamada Woofred o Pinares. Antilla fue convertida por Van Horne, el constructor del ferrocarril de Cuba, en una moderna terminal marítima por donde comenzaron a embarcar desde 1906 su azúcar varios centrales.

Además de las vías férreas privadas de las compañías azucareras, mineras y bananeras, en 1952 se construyó la carretera que comunicó Mayarí con la Carretera Central. Hacia el Este del territorio en las zonas de Sagua de Tánamo y Moa, la población se concentra hacia la fértil llanura costera y en el valle inferior de los ríos, siendo Sagua de Tánamo el principal núcleo urbano.

#### *Acción sobre el medio ambiente*

Puede señalarse este período como el inicio de la verdadera transformación y asimilación del territorio. Los extensos bosques que originalmente cubrían las llanuras costeras han ido desapareciendo en su casi totalidad para dejar lugar al cultivo de la caña. Durante esta primera mitad del siglo XX comienzan a actuar sobre el bosque, además del cultivo de la caña y otras actividades productivas como las construcciones, las manufacturas de muebles y la exportación de maderas, los propios campesinos que expulsados de los latifundios, se vieron obligados a refugiarse en las montañas, en las ciénagas litorales y en los cayos. Estos campesinos que ocupan las montañas utilizaban el método de tumba y quema en la agricultura de subsistencia y los carboneros, en las ciénagas litorales, arrasaban con los bosques para fabricar carbón vegetal, con la consiguiente transformación negativa del medio.

En la Sierra de Mayarí aún quedan zonas de bosques y en los suelos limoníticos comienzan a desaparecer los pinares por la explotación minera y forestal. Hacia Moa todavía se conservan grandes zonas cubiertas de pinares. En los valles y faldas de la Sierra hay bosques de madera dura donde predomina el Najesí. Para facilitar el transporte de frutas y ganado se contruye el canal Dumois, que comunica las bahías de Nipe y Levisa, modificándose así ese entorno.

Según un informe del BANFAIC de 1952 la población de esta zona es analfabeta, está malnutrida y vive en bohíos insalubres, con un alto grado (96%) de infectación parasitaria, lo que constituye un medio favorable para la propagación de enfermedades y la promiscuidad. Aunque desde el inicio del siglo se observa cierto desarrollo de la actividad económica, no es hasta después de los años 30 que se intensifica la transformación del territorio, tanto la actividad forestal como la extractiva minera produjeron un impacto notable sobre el medio ambiente, con su consiguiente antropización negativa, originada por la explotación desmedida de los recursos.

### ***La república de 1959 a 1999. Altamente antropizado, con medidas de protección y corrección***

Durante la insurrección este territorio formaba parte del II Frente Oriental Frank País. El intenso proceso de transformación que se inicia en 1959 repercute grandemente en la región, que hasta entonces se había venido desarrollando bajo el modelo agrícola de plantación cañera y bananera y la explotación minera fomentados por capital extranjero.

Desde los primeros momentos del triunfo revolucionario se le presta especial interés al desarrollo económico y social del país. En mayo de ese mismo año, se promulga la Primera Ley de Reforma Agraria que establece 30 cab. (402,9 ha) como máxima extensión de tierra bajo propiedad individual o jurídica, cambiándose así el régimen de propiedad de la tierra. Esto implica la disolución de los grandes latifundios bajo el sistema de plantación que había caracterizado el modelo económico territorial del período anterior. Para aplicar esta ley se organizan las Zonas de Desarrollo Agrario (ZDA) en el país, se reparten las tierras entre los campesinos y se establecen en los antiguos latifundios las Cooperativas Cañeras y las Granjas del Pueblo administradas por el Estado y con fuerza de trabajo asalariada.

El territorio estudiado queda comprendido en las Zonas O-24 y parte de la O-27. En 1963 se dicta la Segunda Ley de Reforma Agraria que limita la propiedad individual o jurídica de la tierra a 5 cab (67,15 ha), expropiando e indemnizando a los que sobrepasaran esta extensión. Los centrales Preston y Tánamo con la Ley de nacionalización de la gran industria de 1960 son expropiados, cambiando sus nombres por Guatemala y Frank País respectivamente. Así mismo por el Decreto No.3 de 20 de octubre de 1960, las plantas de Nicaro y Moa pasan a propiedad del Estado cubano. Nicaro se nombró desde entonces, Cmte. René Ramos Latour y la planta de Moa, terminada por el gobierno revolucionario, fue puesta en marcha en 1961, con el nombre de Cmte. Pedro Soto Alba.

Los acontecimientos ocurridos durante la década del 60 cambiaron las condiciones que habían sustentado la economía del período anterior. A partir de 1965 se desarrollan planes prospectivos y se intensifica en la minería la producción de acero para las construcciones. Desde 1966 el gobierno revolucionario llevó a cabo, en la zona de los Pinares de Mayarí, un

plan agropecuario para el desarrollo del cultivo de vegetales, plantando además pastos artificiales (alfalfa, entre otros) para alimentar al ganado existente sobre los suelos casi estériles de los Pinares. Durante los últimos 30 años se ha venido acumulando gran experiencia en la industria niquelífera que tiene además una completa infraestructura social e industrial; en la actualidad se operan 3 fábricas (Cmte. Pedro Soto Alba, 1943; Cmte. René Ramos Latour, 1961 y Cmte. Ernesto Che Guevara, 1987) que producen sulfuro de níquel y cobalto, sinter, óxido granular y polvo de níquel; una cuarta planta en construcción Las Camariocas será similar a la Cmte. Ernesto Che Guevara.

En los años posteriores a 1992 (Período especial) se comienzan a echar las bases para la nueva estrategia económica global basada en la cooperación mixta del capital extranjero y el Estado cubano, concentrándose en la minería el 30% de esas asociaciones. La producción de níquel se ha recuperado notablemente. Se crea entonces una empresa mixta entre la Cía. General del Níquel S. A. propietaria de la planta de Moa y la Sherrit International del Canadá, que acometerá la modernización de la planta y la restitución de su capacidad total de diseño.

En cuanto al transporte, el cabotaje vuelve a tener importancia, resurge y cobra fuerza para transporte de carga, estructurándose una red costera, comunicando sitios donde no llega el ferrocarril principal y en otros casos, donde es muy costoso el transporte terrestre de las cargas. Los importantes cambios en la distribución de la población se ven reflejados en el territorio durante este período. Entre los núcleos urbanos existentes antes de 1959, el mayor crecimiento poblacional ocurre en los muy pequeños que en el año 1990 se han convertido en ciudades intermedias. Moa es un caso destacado. En 1959 tenía unos mil habitantes y el desarrollo del níquel lo ha llevado hasta más de 50 mil en la década de los 90. Uno de los problemas más preocupantes lo constituye el despoblamiento de grandes zonas de gran importancia económica como resultado de un fuerte y sistemático movimiento migratorio hacia un grupo reducido de ciudades (Mayarí, Moa), lo que agravan los problemas de carácter social y urbanístico en los mismos.

Tabla 2. Población de los asentamientos en diferentes años

<b>Asentamientos</b>	<b>1899</b>	<b>1919</b>	<b>1931</b>	<b>1943</b>	<b>1953</b>	<b>1981</b>	<b>1995</b>
Mayarí (Abajo)	1821	209	3397	4519	6386	21315	29888
Sagua de Tánamo	1252	1725	2337	2804	7604	15435	29120
Guaro	364	---	---	956	---	6120	7574
Moa	---	---	---	---	---	26927	50497
Cabonico	---	---	---	372	---	94	525
Cananova	---	---	---	---	---	---	764
Felton	---	---	---	651	---	1590	---
Preston(Guatemala)	---	---	119	4303	3827	394	6547
Punta Gorda	---	---	---	---	---	858	2442
Cayo Mambí	---	---	2267	1362	1553	485	---
Barrederas	---	---	400	432	---	768	---
Nicaro	---	---	---	2832	054	13381	21900

Fuente: Censos de Cuba; IPF-INV-ONE, Registro de Población y Viviendas, 1997

### ***Acción sobre el medio ambiente***

Con el proceso revolucionario iniciado en 1959 y la voluntad de desarrollar económica y socialmente el país se produce un complejo proceso en el que se mezclan los perjuicios y los aciertos en relación con el medio ambiente (Fernández, 1996). El territorio estudiado posee significativos valores naturales, pero a su vez, constituye uno de los principales polos de la industria extractiva en Cuba y específicamente de la minería a cielo abierto, lo que ha implicado una considerable degradación del territorio, sobre todo en cuanto a los problemas de muy intensa erosión; las pérdidas de potentes espesores del sustrato, con implicaciones en el relieve y en los pobres y escasos suelos; y por último, en cuanto a los niveles de contaminación de las aguas del escurrimiento superficial, producto de los significativos aportes de sedimentos que genera este tipo de uso.

La actividad minera a cielo abierto afecta, por empolvamiento, la calidad del aire, lo que quizás esté asociado a la elevada morbilidad por asma bronquial en el territorio, pero la mayor afectación se relaciona con los residuales químicos del proceso tecnológico y la mala calidad de las aguas. También es notable una elevada contaminación de las aguas, producto de la carga de sedimentos producida por la minería y proveniente de los procesos erosivos.

Se deben destacar además, los peligros potenciales de afectaciones al mar por éstos y otros procesos contaminantes que pudieran sumarse a las afectaciones ya producidas por extracciones de rocas del mar y corales, con destino a determinados procesos constructivos.

Si bien el grado de deforestación se considera aun como moderado, tiende a alcanzar valores críticos de muy intensa manifestación en los sectores donde se aplica o se aplicó recientemente la extracción de minerales. Estos valores están condicionados por un uso indebido de los recursos, con las consecuentes tendencias a los procesos de desertificación, ya que se pueden encontrar valores moderados de salinidad, inducida a su vez, por un mal manejo hídrico, así como procesos erosivos de incipiente complejidad. Hacia la zona de Moa, aunque la actividad minera se ha mantenido en aumento restando lugar al desarrollo del bosque y el proceso de deforestación ha sido intenso en ellos, el fondo del recurso conserva un potencial de plantas promisorias de importancia para el aprovechamiento de la actividad forestal, entre otras.

Según estudios realizados por Samek (1967), uno de los problemas más graves del territorio es la erosión que ha sido provocada por la explotación irracional de los pinares, y además el riesgo que origina la repoblación con pinos de otras regiones, los que pueden introducir enfermedades por insectos dañinos y ocasionar pérdidas económicas. Se reportan además áreas con procesos de salinización entre medios y muy fuertes hacia los extremos noroeste y suroeste del territorio. Las áreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar están influenciadas por la salinidad considerada con rangos entre fuerte y muy fuerte, así como por la erosión con similares niveles de afectación. Existen tendencias severas al desarrollo de procesos de desertificación, sobre todo cuando se suman el alto índice de deforestación, la erosión y otros indicadores negativos. Por otra parte la intensa acidez de los suelos está favorecida por la riqueza del sustrato en contenido de Al y otros minerales que condicionan la acidez.

El Complejo Agroindustrial Guatemala y su planta de levadura torula contribuyen en gran medida a la mala calidad de las aguas, ya que junto con otras fuentes contaminantes, vierten sus residuales directamente al medio ambiente, sin tratamiento alguno, afectando tanto a las aguas superficiales y subterráneas, como incluso a su depositario final: el mar. La calidad del agua en los asentamientos poblacionales se considera como regular. Por otro lado, la

termoeléctrica de Felton emite gases que contaminan la atmósfera, aunque en los últimos años se han reducido los niveles de afectación por contaminantes aéreos, debido fundamentalmente a la disminución de la disponibilidad de recursos para la explotación de la capacidad industrial instalada.

Aunque este territorio rara vez se ve afectado por los huracanes, en 1963 el ciclón Flora, que desarrolló una peculiar trayectoria lo atravesó longitudinalmente causando grandes estragos. En cuanto al riesgo por penetraciones del mar, éste es bajo, sólo hacia el Oeste de Mayarí se clasifica como moderado. En 1996 con el huracán Edouard, y en 1997 con un gradiente fuerte se produjeron inundaciones en toda la costa.

### ***Medidas de protección y corrección***

El tránsito de la producción capitalista a la socialista, donde se destaca la transformación de las estructuras territoriales económicas debido a cambios en la tenencia y el uso de la tierra y a la expropiación de las grandes industrias, repercute en la situación ambiental, sin embargo, a diferencia de los períodos precedentes, estas transformaciones han sido respaldadas por políticas consecuentes de carácter económico, social, cultural, científico y jurídico con vistas a prever los efectos mesológicos perjudiciales que pudieran provocar éstos.

Los trabajos de reforestación en la zona de Moa se iniciaron en 1986, debido fundamentalmente a que la explotación de los yacimientos mineros no cuenta con un plan de manejo integral, pues sólo se extrae el mineral limonítico, quedando sin explotar la porción serpentinitica del mineral laterítico (Bouza, 1999).

Durante el período especial debido a la necesidad de variar el modelo de desarrollo socioeconómico. después de la desaparición del Campo Socialista, ha llevado a tomar soluciones alternativas para garantizar las necesidades más perentorias de la sociedad, lo que también ha redundado en algunas alteraciones mesológicas. No obstante, el apoyo de la política de fomento socio-económico en una legislación jurídica efectiva en cuanto a la protección y la gestión ambiental contribuye a la rehabilitación ecológica del territorio cubano, por su papel regulador de las acciones de la sociedad.

La protección ambiental en la legislación cubana tiene sus antecedentes en el siglo pasado con la Ley de Minas de 1863 y la Ley de Aguas de 1879. Durante los primeros 50 años de la república la legislación estuvo encaminada a regular la explotación de algunos recursos naturales. Entre 1923 y 1936 se dictan normas que prohíben la tala de los bosques y se crea el Parque Nacional Sierra del Cristal en 1930. El interés de preservar y proteger la naturaleza no era objetivo de los gobiernos, sin embargo en 1941 aparece la Comisión para la Protección de la fauna "Abelardo Moreno" y en 1950 la Sociedad Cubana de Protección y Conservación de la Naturaleza, auspiciada por personas preocupadas por estas cuestiones.

Aunque en los primeros años de la Revolución la cuestión ambiental no era tenida en cuenta concientemente, las primeras medidas y leyes revolucionarias fueron logrando un avance en la sensibilización y concientización acerca de los problemas ambientales, sobre todo porque la Revolución había heredado un medio ambiente severamente modificado.

Así, en la nueva Constitución de la República, de 24 de febrero de 1975, en su artículo 27, se recoge la necesidad de proteger el medio ambiente. La Ley 33 de 1981 primero y la Ley 81 del Medio ambiente de 1997 Sobre la protección del Medio Ambiente y el Uso Racional de los

---

Recursos Naturales, que derogó a la anterior, establecen los principios fundamentales para la protección del medio ambiente en el país.

Esta Ley y los Decretos que la reglamentan se ven reflejados en el territorio estudiado a través de las áreas protegidas de alto valor botánico, florístico y ecológico de significación nacional tales como Parque Nacional Pico del Cristal, Parque Nacional La Mensura-Pilotos, Cerro Miraflores y de significación local como la Bahía de Tánamo y sus cayos.

Existe un plan de medidas en caso de penetraciones marinas para los asentamientos costeros de Felton, Guatemala, Cayo Mambí, Moa y Nicaro-Levisa, aunque el peligro de penetración es bajo. Como parte de las medidas de gestión ambiental están previstas la realización de auditorías ambientales periódicas a las instalaciones industriales con vistas a reducir el estrés ambiental que éstas pudieran ocasionar.



---

## II.2. MARCO INSTITUCIONAL, LEGAL Y NORMATIVO DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA

Miriam Isabel Arcia Rodríguez y MSc María del Carmen Martínez Hernández.

- **Marco institucional**

Hasta 1994, el rigor de las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), tanto para inversiones nacionales como de carácter mixto, estuvo suscrito por la COMARNA y fue responsabilidad de los organismos estatales de planificación territorial. Tales esfuerzos han sido válidos, y han velado durante décadas por prevenir y evaluar los impactos. No en pocas ocasiones, estas entidades han evitado graves desequilibrios ecológicos y geosistémicos con su acertada gestión. Todo ha tenido como premisa el mantenimiento de la estabilidad ecológica del archipiélago, donde los procesos geodinámicos son internos y las condiciones de autodepuración y autoregeneración en ocasiones son limitadas y afectan generalmente a los ambientes marinos.

La creación en Mayo de 1994 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, uniendo las funciones de diferentes entidades como la Academia de Ciencias de Cuba, la Comisión Nacional para el Medio Ambiente y los Recursos Naturales y otros, fue el momento escogido por el gobierno de la República de Cuba para establecer de manera definitiva los lineamientos para las Evaluaciones de Impacto Ambiental.

En los momentos actuales, las principales inversiones tienen un carácter mixto (estatal y privado), y los estudios de prefactibilidad y factibilidad bankable requieren que los Estudios de Impacto Ambiental se lleven a cabo por consultorías acreditadas. Estas entidades ambientales foráneas buscan variados partners locales, principalmente de corte privado y velando siempre porque no tengan vínculo directo con los niveles estatales de aprobación.

La banca internacional exige que los evaluadores de impacto en uno u otro caso sean independientes, es decir que no se vinculen financieramente a los inversionistas, sino a través de condiciones contractuales.

El documento “Procedimiento para la recepción, análisis y aprobación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental y emisión de las licencias ambientales” contiene las orientaciones respecto a las actuaciones administrativas, funciones y competencias respecto al procedimiento administrativo para la obtención de las licencias ambientales y las EIA.

El marco institucional creado en Cuba para las cuestiones ambientales es el siguiente:

### **ADMINISTRACIÓN CENTRAL**

#### **1. MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE.**

Dirección de Política Ambiental

##### **1.2 Agencia de Medio Ambiente**

- Centro de Inspección y Control Ambiental
- Centro Nacional de Áreas Protegidas
- Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental
- Instituto de Meteorología

- Instituto de Geografía Tropical
  - Instituto de Oceanología
  - Instituto de Ecología Y Sistemática
  - Instituto de Geofísica y Astronomía
- Centro de Investigaciones Sismológicas

### 1.3 Agencia de Ciencia y Tecnología

- División de Ciencias Naturales
- División de energía

## 2. MINISTERIO DE LA INDUSTRIA PESQUERA

- Centro de Investigaciones Pesqueras

## 3. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA

- Dirección Forestal
- Instituto de Investigaciones Forestales
- Instituto de Suelos
- Empresa de Flora y Fauna

## 4. MINISTERIO DEL TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

## 5. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA

- Instituto de Higiene, Epidemiología y Microbiología
- Dirección de Higiene y Epidemiología

## 6. MINISTERIO DE TRANSPORTE

- Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías
- Seguridad Marítima

## 7. MINISTERIO DEL INTERIOR

- Cuerpo de Guardabosques
- Cuerpo de Bomberos

## 8. MINISTERIO DE LAS FUERZAS ARMADAS REVOLUCIONARIAS

## 9. INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN FÍSICA

- Direcciones Provinciales de Planificación Física

## 10. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS

- Centro de investigaciones de Hidrología y Calidad del Agua

Esta estructura de la administración central se ve reflejada a nivel provincial en las delegaciones de estos ministerios e institutos y en especial en las Unidades de Medio Ambiente.

- **Marco legal**

El derecho del medio ambiente, como rama autónoma es muy moderno, aunque se pueden encontrar normas muy antiguas protectoras del medio natural integradas en otras ramas. Se puede decir que su nacimiento fue en la Conferencia de Estocolmo en 1972.

Se define el derecho del medio ambiente como aquel sistema orgánico de normas que contemplan las diferentes conductas agresivas para con el medio ambiente, bien para prevenirlas, reprimirlas o repararlas. Comprende las normas legales referentes al uso, explotación racional y conservación de todos los bienes, fenómenos, procesos y elementos del ambiente, así como lo vinculado al ambiente humano, al medio natural, al entorno creado por el hombre y a los recursos naturales.

Se trata de concebir un sistema de medidas de gestión, planificación, ejecución y vigilancia que sean determinantes para el logro de las metas medioambientales fijadas para garantizar el equilibrio y la armonía entre el hombre y el medio ambiente.

Las normas que regulan las EIA, la Ecogestión y Ecoauditoría, y el Control integrado de la contaminación (aire, agua-residuos, suelo) constituyen la base de la gestión ambiental.

Una forma efectiva de orientar los problemas del medio ambiente es la aplicación de acuerdos y tratados. La ONU ha servido de marco apropiado para encauzar estos problemas dentro del PMUMA, cuyo Consejo de Administración ha definido, que para dar solución a los problemas ambientales, se requiere establecer enfoques amplios y transectoriales, que deben abarcar las causas y consecuencias.

Los convenios y tratados constituyen instrumentos jurídicos encaminados a respaldar la protección de los valores naturales, sociales, económicos, culturales, educativos, cognoscitivos estéticos y éticos del medio ambiente. Ellos pueden tener efectos sobre la legislación y políticas nacionales, y sobre el fomento de la cooperación internacional.

Después de Estocolmo la gestión internacional más importante ha sido convocar la Conferencia de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como Cumbre de la Tierra (Brasil, junio de 1992). Éste ha sido el intento de mayor envergadura realizado hasta el presente para trazar una vía de desarrollo sostenible en el futuro de la humanidad.

Además, la Reunión de Expertos Jurídicos sobre la situación actual del Derecho Internacional Ambiental en América Latina y el Caribe, convocada por su Oficina Regional (febrero, 1993), cumplió también una relevante misión: dar vigencia al mandato de la Conferencia de Río, amparado por la Resolución 44/228 (diciembre de 1989), dirigida a la promoción del Derecho Internacional del Medio Ambiente, e incluso a la factibilidad de establecer derechos y obligaciones generales de los Estados, teniendo en cuenta los instrumentos legales internacionales más relevantes.

En Cuba, el artículo 27 de la Constitución de la República de Cuba dispone que: “El Estado protege el Medio Ambiente y los Recursos Naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

La ley No 33, del 10 de Enero de 1981, de Protección del Medio Ambiente y del Uso Racional de los Recursos Naturales, establece en su Artículo 10 que las disposiciones legales referentes a la protección del medio ambiente son de obligatoria aplicación en la evaluación de la localización de los proyectos de inversión, así como en todo lo concerniente al planeamiento territorial.

Por acuerdo de fecha 25 de noviembre de 1994, del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, se aprobó con carácter provisional la resolución No 168/95 publicada en la Gaceta Oficial de la República de Cuba el 9 de octubre de 1995, referente a las Evaluaciones de Impacto Ambiental en la cual se describe el procedimiento a seguir para obtener la Licencia Ambiental ante cualquier proyecto propuesto; hasta tanto fuera adoptada la nueva legislación sobre la organización de la Administración Central del Estado, las funciones y atribuciones del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Para lograr la aplicación de un marco legal en correspondencia con los problemas ambientales actuales es necesario además contar con un marco institucional preciso.

Entre las atribuciones y funciones del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), que le fueron conferidas están la de dirigir, ejecutar y controlar la política del Gobierno en materia ambiental. Dentro de este Ministerio correspondió al Centro de Gestión e Inspección Ambiental (CGIA) de su Agencia de Medio Ambiente y a las Unidades de Medio Ambiente (UMA) de sus Delegaciones Provinciales, la aplicación de los procedimientos para el otorgamiento de las Licencias Ambientales, las cuales constituyen el documento oficial que, sin perjuicio de otras licencias pertinentes, contiene la autorización que permite acometer la realización de una obra o proyecto, y en la que se establecen los requisitos y condiciones bajo los cuales se otorga, así como el período para la cual es válida.

A partir de 1999, el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA) asume todas las funciones regulatorias ambientales que anteriormente desempeñaba el CGIA y conserva la facultad de emitir y controlar las Licencias Ambientales, así como la realización de inspecciones ambientales a los territorios o proyectos. Esta institución constituye la Autoridad responsable en la mayor parte de los conflictos y problemas medioambientales de mayor envergadura, ya que los mismos escapan de la competencia de las Unidades de Medio Ambiente.

El 11 de julio de 1997 fue aprobada por el Parlamento Cubano la Ley No. 81 de Medio Ambiente, a fin de instrumentar y poner en vigor una legislación medioambiental acorde con las nuevas condiciones nacionales e internacionales referidas a esta materia, así como a las previsiones de futuro para el desarrollo socioeconómico del país y su participación en los programas internacionales y regionales de Medio Ambiente aprobados o concebidos en foros como la Cumbre de la Tierra.

El Título Tercero, "Instrumentos de la política y la Gestión Ambiental" define los instrumentos que utiliza la política ambiental cubana para la gestión y dedica un capítulo a cada uno de ellos, estos son:

- a) La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social

- b) La presente Ley, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinadas a proteger el medio ambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental
- c) El ordenamiento ambiental
- d) La Licencia Ambiental
- e) La Evaluación de Impacto Ambiental
- f) El Sistema de Información Ambiental
- g) El Sistema de Inspección Ambiental Estatal
- h) La Educación Ambiental
- i) La investigación científica y la innovación tecnológica
- j) La regulación económica
- k) El Fondo Nacional del Medio Ambiente
- l) Los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal

La Ley No. 81, brinda la base para una acertada estrategia ambiental en las condiciones que el necesario desarrollo sostenible demanda y para la inserción armónica de múltiples instrumentos políticos, científicos, tecnológicos, jurídicos, educativos y de gestión en un sistema integrado, en el cual todos sus componentes se interrelacionan e influyen mutuamente.

El 28 de julio de 1999 fue promulgada la Resolución No. 77, referente al Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que plantea en el Artículo 1 del Capítulo 1 de disposiciones generales, que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende:

- la solicitud de licencia ambiental
- el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), en los casos en que proceda
- la evaluación propiamente dicha, a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
- el otorgamiento o no de la Licencia Ambiental

La EIA constituye un instrumento y una técnica preventiva generalizada para la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales y representa un medio para alcanzar el desarrollo sostenible, que permite introducir la variable ambiental en los programas de desarrollo inversionista y en la toma de decisiones sobre proyectos con incidencia en el medio ambiente.

En el Artículo 3 del mismo Capítulo se define la Evaluación de Impacto Ambiental como el procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. La Evaluación incluye una información detallada sobre el

sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas.

Su Capítulo 2, trata sobre el Procedimiento de Solicitud de la Licencia Ambiental ante los proyectos que se describen en el Artículo 5 del Capítulo 1 de dicha Resolución. En el Capítulo 3 de la Resolución se abordan los aspectos acerca del EsIA, disponiendo en su Artículo 25 el contenido de estos Estudios en los incisos desde la *a* hasta la *r*. El Capítulo 4 trata acerca de las conclusiones del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y del Procedimiento ante inconformidades.

### **Requerimientos para el otorgamiento de la Licencia Ambiental**

“La Licencia Ambiental es el documento oficial, que sin perjuicio de otras licencias, permisos y autorizaciones que de conformidad con la legislación vigente corresponda conceder a otros órganos y organismos estatales, es otorgada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente para ejercer el debido control al efecto del cumplimiento de lo establecido en la legislación ambiental vigente y que contiene la autorización que permite realizar una obra o actividad” (CITMA, 99).

En este sentido y en correspondencia con el Artículo 15 de la Resolución No. 77/99, la solicitud de una Licencia Ambiental deberá contener información completa y detallada sobre la obra o proyecto tratado, en idioma español.

Luego, como resultado del proceso de análisis y evaluación de la información entregada, la autoridad responsable adoptará una de las decisiones siguientes:

- Aceptar con requerimiento de presentar Estudio de Impacto Ambiental
- Aceptar sin requerimiento de presentar Estudio de Impacto Ambiental
- No aceptar la solicitud de licencia ambiental

En el caso que nos ocupa - “Línea Base Ambiental de la Primera Fase de desarrollo de Jibacoa y Estudio de Impacto Ambiental del primer hotel”- es obvia la obligatoriedad del EsIA, pues queda indicado en el Artículo 6, inciso I, que los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) son obligatorios en los casos de construcción de instalaciones turísticas en ecosistemas costeros, por lo que en el presente proyecto procede la ejecución del EsIA, y es imprescindible el cumplimiento de los procedimientos establecidos al respecto. El EsIA contendrá como mínimo, sin perjuicio de otros requisitos que se estimen necesarios, de acuerdo con el tipo de obra o proyecto, los aspectos contenidos en el presente Estudio.

En el Artículo 17 se aclara que la solicitud de Licencia Ambiental caducará al año de su presentación si en ese intervalo no se ha presentado el Estudio de Impacto Ambiental o la información adicional que se haya requerido, según sea el caso.

El Artículo 30 se plantea que una vez concluido el proceso de análisis de la documentación presentada para tramitar la Licencia Ambiental, la Autoridad Responsable podrá adoptar las decisiones siguientes:

- a) disponer la aprobación del proyecto de obra o actividad, condicionando a su entrega satisfactoria la continuación del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental

- b) solicitar información adicional al titular del proyecto de obra o actividad, condicionando a su entrega satisfactoria la continuación de Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental
- c) rechazar el Estudio de Impacto Ambiental realizado, en atención a alguna de las causas siguientes:
  - considerar incompletos o inadecuados los procedimientos aplicados por la entidad ejecutora para elaborar el Estudio y los resultados obtenidos
  - requerir el proyecto de obra o actividad la inclusión de modificaciones tecnológicas que tengan como fin mitigar determinados impactos ambientales negativos, condicionando a esa inclusión la posible aprobación posterior del Estudio.
- d) Denegar la Licencia Ambiental por resultar manifiestos los impactos negativos o existir alternativas menos negativas que el proyecto presentado.

### **Sobre la realización de los Estudios de Impacto Ambiental**

En la Estrategia Ambiental Nacional, así como en el Artículo 3 del Capítulo I, Disposiciones Generales, de la Resolución No. 77/99, se define el Estudio de Impacto Ambiental como: la descripción pormenorizada de las características del proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, incluyendo su tecnología y que se presenta para su aprobación en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental del proyecto y describir las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará.

En el Artículo 25 se plantea que el Estudio de Impacto Ambiental contendrá como mínimo, sin perjuicio de otros requisitos que se estimen necesarios de acuerdo con el tipo de obra o proyecto, los siguientes datos:

- a) la descripción integral del propósito del proyecto de obra o actividad, incluyendo las facilidades temporales que se hubieran considerado y la previsión de sus aspectos ambientales;
- b) la descripción y evaluación de los distintos proyectos alternativos factibles y sus efectos sobre el ambiente, la salud humana y la calidad de vida de la población, incluyendo la opción de no ejecución del proyecto. Se identificará la alternativa más favorable para el medio ambiente;
- c) el análisis de las relaciones entre los costos económicos y efectos ambientales de cada alternativa;
- d) la característica y duración de todos los efectos estimados sobre el ambiente, la salud y la calidad de vida de la población;
- e) el plan de prevención, mitigación y corrección de los impactos negativos, incluyendo la descripción detallada de métodos y técnicas a utilizar, así como sus alternativas;
- f) la caracterización del ambiente donde se desarrollará la obra o actividad, para lo cual debe considerarse y, en caso necesario, determinar la línea base de factores ambientales que pueden ser afectados por los impactos que el proyecto de obra o actividad causan;

- g) las exigencias previstas para asegurar la perdurabilidad del uso de los recursos naturales directa o indirectamente implicados e interrelacionados y la conservación del medio ambiente conforme a los objetivos, principios y disposiciones establecidos en el Reglamento;
- h) la descripción cualitativa y cuantitativa de los recursos naturales y otras materias primas a utilizar, así como de los efluentes y emisiones estimadas: líquidas, gaseosas, sólidas, combinaciones de éstas o radiaciones, que habrán de ser vertidas al ambiente durante su construcción y funcionamiento;
- i) las tecnologías a emplear y el grado en que éstas contemplan la aplicación de prácticas de producción limpia incluyendo la reducción y aprovechamiento seguro de residuales, así como la descripción detallada del flujo de producción. Deben incluirse valoraciones sobre el cumplimiento de las disposiciones sobre la importación o transferencia de tecnologías nominales y no nominales;
- j) la descripción detallada de las fuentes de energía a utilizar y el consumo energético previsto durante su funcionamiento;
- k) la programación detallada para la vigilancia ambiental o monitoreo de las variables a controlar durante su funcionamiento; incluyendo las variables sociales;
- l) la certificación de los resultados de la caracterización de los parámetros ambientales, los que serán realizados por entidades acreditadas por las autoridades competentes;
- m) la información y evaluación sobre la posibilidad de afectar significativamente el ambiente de cualquier zona localizada fuera del área del proyecto y en aquellos casos en que procediere, fuera del territorio nacional;
- n) la descripción de planes de contingencias y evaluación de riesgo;
- o) las medidas previstas, cuando proceda, para el cierre definitivo de la obra, actividad o proyecto;
- p) el resultado de las consultas a las autoridades locales y a la población, conforme al procedimiento que se establezca al efecto;
- q) el cumplimiento de cualquier otro requisito que se estime pertinente establecer y
- r) el grado de incertidumbre de los impactos identificados y medidas derivadas propuestas en cada una de las alternativas analizadas.

La Autoridad Responsable, una vez concluido el proceso de la EIA, podrá adoptar las decisiones, ya relacionadas al final del epígrafe 1.2.

Normas Cubanas: Sistema Nacional de Normas para la Protección del Medio Ambiente y la Higiene Comunal

A partir de la década de los 80, el Estado Cubano dictaminó la realización del Sistema de Normas Cubanas dirigidas, en el orden geográfico, a la óptima ordenación territorial del país en consonancia con el necesario equilibrio entre el uso racional de los recursos naturales, la protección y conservación de la naturaleza y de la calidad del hábitat humano.



Para las definiciones espacio-estructurales, funcionales, estéticas, sanitarias, etc., y la realización de los EsIA se deben consultar las leyes, decretos, resoluciones y normas siguientes:

Del Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente

Del Sistema de Higiene Comunal

Ley No. 1	Monumentos Nacionales
Ley No. 85	Ley Forestal
Decreto Ley No. 13/93	De las aguas terrestres
Decreto Ley No. 164/95	Reglamento de Pesca
Decreto No. 180/95	Contravenciones de las regulaciones sobre Patrimonio Forestal
Decreto No. 199/95	Contravenciones de las regulaciones para la protección y el uso racional de los recursos hídricos
Decreto No. 211/95	Contravenciones de las regulaciones para los servicios de Acueducto y Alcantarillado
Resolución No. 67/84	Establece la calidad sanitaria del agua potable
Resolución No. 225/91	MINAGRIC
Resolución No. 73/92	Sobre el control de descarga y vertimiento de residuales contaminantes en la costa y puertos
Resolución No. 111/96	Regulaciones sobre la diversidad biológica
Resolución No. 77/99	Reglamento del Proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental
NC 93-01-103:87	Hidrosfera. Clasificación de la utilización de las aguas interiores
NC 93-01-206:88	Hidrosfera. Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales
NC 93-03:85	Sistema de abastecimiento público de agua. Requisitos sanitarios.
NC 93-05:86	Higiene Comunal. Desechos sólidos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénico-sanitarios
NC 93-06:86	Higiene Comunal. Desechos sólidos. Tratamiento y disposición final. Requisitos higiénico-sanitarios
NC 93-06-302:88	PAISAJE. Áreas de playa. Requisitos generales de proyecto para ordenamiento.
NC 93-06-201:88	Paisaje. Playas. Reglas generales de explotación y conservación.
NC 93-06-301:88	Paisaje. Áreas verdes en zonas turísticas. Requisitos generales de proyecto.

NC XX:1999 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.

La norma XX establece las especificaciones de los vertimientos de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado y se aplica a todas las aguas residuales generadas por las actividades sociales y económicas como son las domésticas, municipales, industriales, agropecuarias y de cualquier otro tipo. Dentro de esta norma existen disposiciones, incluidas en las normas siguientes, que constituyen requisitos de ella:

NC 93-02: 85	Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreos.
NC 93-07:86	Higiene Comunal. Fuentes de abastecimiento de agua. Calidad y protección sanitaria
NC 93-11:86	Fuentes de abastecimiento de agua.
NC 93-07:86	Higiene Comunal. Lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores. Requisitos higiénico-sanitarios

## Plan de Contingencias

El acápite 5.2 Descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores de la norma XX se establecen los parámetros básicos para las descargas de aguas residuales y en el 5.4 el límite máximo permisible promedio para las concentraciones de estos parámetros, que son los siguientes:

Parámetros	UM	Ríos y Embalses		Acuífero, vertimiento directo en suelo y zona no saturada	
		(B)	(C)	(B)	(C)
pH	Unidad	6-9	6-9	6-9	6-10
Conductividad eléctrica	U S/cm	2 000	3 500	1 400	4 000
Temperatura	°C	40	50	40	50
Grasas y aceites	mg/l	10	30	10	30
Materia flotante	-	Ausente	-	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables Totales	ml/l	2	5	3.0	5.0
DBO <sub>5</sub>	mg/l	40	60	60	100
DQO (Dicromato)	mg/l	90	120	160	250
Nitrógeno total (Kjd)	mg/l	10	20	10	15
Fósforo total	mg/l	4	10	5	10

En el acápite 5.5 se plantea que las descargas de aguas residuales no podrán producir una disminución del oxígeno disuelto en los cuerpos receptores superficiales de categorías A, B y C, a valores menores en las dos últimas de 4.3 y 2 mg/l, respectivamente.

En el acápite 5.6 se plantea que las descargas de aguas residuales no podrán producir un aumento de la media geométrica del Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales en 100 ml (NMP/100 ml) que supere los valores siguientes:

Indicadores de contaminación fecal máxima admisible en los cuerpos receptores según su clasificación cualitativa.

Categoría del cuerpo receptor	NMP/100 ml Coliformes totales	NMP/100 ml Coliformes fecales	Relación CT/CF %
B superficial	5 000	1 000	20
C superficial	(1)	(1)	(1)

(1) El límite lo fijará el organismo rector de las aguas terrestres atendiendo al uso, necesidad de conservación y posible riesgo para la salud

### Ley No. 1 Ley de Protección al Patrimonio Cultural

La presente ley tiene por objeto la determinación de los bienes que, por su especial relevancia en relación con la arqueología, prehistoria, la historia, la literatura, la educación, el arte, la ciencia y la cultura en general, integran el Patrimonio Cultural de la Nación, y establecer medios idóneos de protección de los mismos.

### **Ley No. 2 Ley de los Monumentos Nacionales y Locales**

En esta ley se definen los sitios como todos los espacios, lugares o áreas donde se haya desarrollado un significativo hecho o proceso de carácter histórico, científico, etnográfico o legendario, o que posean características de homogeneidad arquitectónica o una singular morfología del trazado urbano, y también aquellos donde la naturaleza presenta aspectos que justifiquen su conservación y protección. Pueden ser de carácter arqueológico, histórico, natural o urbano.

El artículo 10 expresa que siendo declarado Monumento Nacional o Monumento Local un sitio, se considerará de interés social y quedará sujeto a la protección y a las restricciones que se establecen por esta Ley.

En su capítulo V dedicado a las investigaciones arqueológicas se plantea que los hallazgos arqueológicos casuales deben comunicarse inmediatamente a la Comisión Nacional para que sean investigados por el organismo competente. La obligación de comunicar dichos hallazgos recae en el descubridor y en el organismo e institución al que esta asignado el lugar en cuestión, o en la persona que lo posea.

No deben modificarse las condiciones existentes en el terreno de que se trate al producirse el hallazgo arqueológico a que se refiere el párrafo anterior, hasta tanto los especialistas enviados por la Comisión se constituyan en el lugar y determinen lo pertinente.

Todos los elementos u objetos arqueológicos resultantes de un hallazgo o investigación arqueológica son propiedad del Estado cubano y quedan sometidos a las regulaciones establecidas en la presente Ley.

### **Ley No. 85 Ley Forestal.**

Sus objetivos son:

- a) Establecer los principios y las regulaciones generales para la protección, el incremento y desarrollo sostenible del patrimonio forestal de la nación.
- b) Controlar los recursos del patrimonio forestal por medio de las regulaciones establecidas y de los órganos y organismos competentes.
- c) Promover e incentivar la repoblación forestal con fines económicos, de protección o sociales, así como los manejos silvícolas en plantaciones y bosques naturales.
- d) Conservar los recursos de la diversidad biológica asociados a los ecosistemas forestales.
- e) Proteger los bosques contra los desmontes, las talas irracionales, los incendios forestales, el libre pastoreo, las plagas y enfermedades, así como de otras acciones que los puedan afectar.
- f) Regular el uso múltiple y sostenible del patrimonio forestal y promover el aprovechamiento racional de los productos no madereros del bosque.

En su Artículo 19 plantea que los bosques protectores de las aguas y los suelos son los situados en las cabeceras de las cuencas hidrográficas, las fajas forestales de las zonas de protección de embalses, ríos y arroyos, así como todos los situados en pendientes mayores de 45% o en zonas susceptibles al desarrollo de la erosión hídrica o eólica; los que evitan la erosión de los suelos y contribuyen a su rehabilitación.

### **Decreto-Ley No. 200 De las contravenciones en materia de Medio Ambiente**

El objetivo del presente Decreto-Ley es el de establecer contravenciones aplicables en materia de medio ambiente, sin perjuicio de las disposiciones vigentes o que oportunamente se establezcan, en lo relativo a determinados sectores de protección ambiental.

En su artículo 7 el Decreto-Ley No. 200 plantea que se consideran contravenciones respecto al Sistema Nacional de Áreas Protegidas y se impondrán las multas que para cada caso se establecen:

- a) acceder a áreas protegidas sin la debida autorización en los casos en que se requiera, 200 pesos y 2 250 pesos;
- b) sin contar con la autorización correspondiente:  
altere senderos, linderos, señales o avisos, 50 pesos y 1000 pesos,  
fije carteles, anuncios o vallas, 50 pesos y 1000 pesos,  
realice investigaciones, 200 pesos y 2 250 pesos,
- c) no elaborar en los plazos establecidos el Plan de Manejo o el Plan Operativo, según corresponda, teniendo a su cargo la administración de un Área protegida, 200 pesos y 2250 pesos; y
- d) infringir las prohibiciones, normas o especificaciones técnicas establecidas en el Plan de Manejo o en el Plan Operativo, 50 pesos y 5 000 pesos.

### **Decreto-Ley No. 201 Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas**

El objeto de este Decreto-ley, es el de establecer el régimen legal relativo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, lo cual incluye las regulaciones del ejercicio de su rectoría, control y administración, las categorías de las áreas protegidas, su propuesta y declaración, el régimen de protección y el otorgamiento de las autorizaciones para la realización de actividades en dichas áreas.

En el Artículo 19 la Ley define las siguientes categorías de protección: Reserva Natural, Parque Nacional, Reserva Ecológica, Elemento Natural Destacado, Reserva Florística Manejada, Refugio de Fauna, Paisaje Natural Protegido y Área Protegida de Recursos Manejados.

En el Artículo 20 se le asignan a esta categoría los objetivos específicos siguientes:

- a) proteger o preservar a perpetuidad las características destacadas que son específicas del Área a causa de su importancia natural y su calidad excepcional o representativa;
- b) brindar oportunidades para la investigación, la educación, la interpretación y la apreciación del público, en un grado compatible con el objetivo precedente;
- c) eliminar e impedir la explotación u ocupación hostiles al propósito de la asignación;

d) proporcionar oportunidades para el desarrollo de actividades de recreación y turismo.

### **Decreto-Ley No. 212 Gestión de la zona costera**

Este Decreto-Ley, define la Zona Costera como “la franja marítimo-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales y antrópicos que generan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y en la cual se manifiestan relaciones económicas, sociales y culturales” (CITMA, 1999).

En su Artículo 2 se recoge: “El límite interior de la zona costera, hacia tierra, se establece atendiendo a la estructura y configuración de los distintos tipos de costa ...”

Para el caso particular de los tipos de costa presentes en el área donde se quiere construir el área de embarque se aplica el inciso b) de ese Artículo que define:

b) Costa acantilada: es el área con acantilados, cuya cima no sea sobrepasada por las marejadas o penetraciones del mar. Su límite se considera hasta 20 metros hacia tierra, a partir de dicha cima.

Asimismo, en el Artículo 3 se define la zona de protección como “el espacio terrestre y marítimo aledaño a la zona costera que amortigua los efectos negativos de las acciones antrópicas y cuyos límites se establecen en dependencia de la tipología establecida en el Artículo anterior.

Los límites hacia tierra, quedan fijados de la siguiente manera:

Para el tipo de costa acantilada se establece una anchura mínima de 20 metros medidos a partir del límite hacia tierra adentro de la zona costera.

La zona de protección se entiende como una franja destinada al uso peatonal de libre acceso y a garantizar los espacios necesarios para cumplir con las servidumbres de tránsito, rescate y salvamento.

En el Artículo 15 se autoriza la ubicación en la zona costera de obras desmontables dedicadas a la prestación de servicios necesarios para el uso de la propia zona, si cumplen los siguientes requisitos:

- a) ser ligeras y de carácter temporal, entendiéndose como tal que el tiempo de ocupación no exceda un año
- b) estar constituidas por elementos de serie prefabricados, módulos, paneles o similares, sin utilización de materiales de obras, cimentación, ni empleo de soldaduras
- c) montarse y desmontarse mediante procesos secuenciales, pudiendo realizarse su levantamiento sin demolición y siendo el conjunto de sus elementos fácilmente transportables
- d) contar con sistemas y medios adecuados para la recogida y depósito de residuales

### **Decreto-Ley 138 De las Aguas Terrestres y Decreto No. 199/95. Contravenciones de las Regulaciones para la Protección y el Uso Racional de los Recursos Hidráulicos**

Señala la obligación de controlar y garantizar el funcionamiento de las obras e instalaciones destinadas al tratamiento y la disposición final de los residuales líquidos, según las normas y regulaciones establecidas.

---

**Decreto 5/77 Reglamento del Proceso Inversionista, Decreto 21/78 Reglamento sobre la Planificación Física y Resolución 157/98. Regulaciones complementarias del proceso inversionista. Perfeccionamiento.**

Controlan el proceso de proyectos y ejecución de nuevas inversiones, de microlocalización basado en el ordenamiento territorial y de protección del medio ambiente y la obtención de la Licencia Ambiental. Establece el Documento de Microlocalización y sus condicionales de obligatorio cumplimiento para cada nueva inversión.

**Proyecto Decreto-Ley de la Diversidad Biológica**

Este Proyecto, regula la conservación, el manejo y el uso de la diversidad biológica en el país. En la Sección Segunda dedicada a Manglares en su artículo 23 plantea que el CITMA, regulará la gestión de los manglares en cuanto a su uso, manejo y restauración, conforme a los planes de manejo forestal.

En su Artículo 26 plantea que en las zonas de manglares se prohíbe:

- a) la aplicación de plaguicidas u otros productos químicos
- b) el vertido de escombros, residuos sólidos y aguas residuales sin tratamiento, cuando se realicen violando lo establecido en las normas sobre la materia;
- c) cualquier modificación de las condiciones naturales de las áreas de manglar.

Lo dispuesto en los incisos precedentes es de aplicación a las actividades que se realicen en las zonas aledañas a las zonas de manglar y que por efecto de escurrimiento, filtración o vínculo ecológico sean susceptibles de dañar estos ecosistemas.

**Norma Cubana No. 26/99 Ruido en Zonas Habitables. Requisitos Higiénico Sanitarios.**

La Norma plantea la metodología de las mediciones a emplear, prescribe la determinación del nivel sonoro equivalente del ruido fluctuante (Leq) de una hora, en ponderación de frecuencia A y valor eficaz de 125 mseg, y el nivel sonoro máximo y mínimo por presión acústica a una altura de 1.2 m, con el uso de un micrófono de campo libre circuitado a un corrector de incidencia aleatoria, dentro de un sonómetro de precisión Clase 1 calibrado y verificado por una fuente patrón y en zonas peatonales o terreno libre, a una altura de 1.2 m, con micrófono de campo libre a 10° sobre la horizontal en dirección a la fuente de ruido.

### II.3. LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE CUBA: ORIGEN, CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS

Msc Augusto Jesús Martínez Zorrilla y Antonio Perera Puga

El medio ambiente es el resultado de la interrelación histórica del hombre y la naturaleza, bajo la necesidad de su subsistencia, pero se fue más allá de este objetivo, desarrollándose en algunos países una sociedad altamente consumista, en muchos casos de productos innecesarios, mediante técnicas contaminantes durante largo tiempo y además ha desarrollado armas bélicas muy peligrosas para la vida en el planeta. El hombre comienza a tomar conciencia de que la naturaleza responde al maltrato que él le inflige y de las consecuencias que esto traerá para el medio ambiente global, a mediano y largo plazos, a partir incluso de ciertos sucesos como la primera crisis energética de Europa, las dos Guerras Mundiales y las dos primeras explosiones de bombas atómicas (Hiroshima y Nagasaki). Tal principio de conciencia se evidenció en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada entre los días 5 y 16 de junio de 1972, en Estocolmo.

Veinte años después se reúnen por primera vez los Jefes de Estado y de Gobierno para tratar acerca del futuro ecológico del planeta, en Río de Janeiro, Brasil. Este evento marcó un hito en la historia, ya que a partir de él se han elaborado documentos importantes de trascendencia internacional y para la protección de la Tierra.

Es necesario entender que la protección del medio ambiente es responsabilidad de cada hombre que existe en el Globo Terráqueo.

Los problemas medioambientales y de protección de la naturaleza son de origen diverso, por lo tanto las ramas que los abarcan son múltiples, estos han surgido por la cada vez más intensa interacción entre el hombre y la naturaleza, a través de la relación de trabajo-producción y se incrementaron con el desarrollo científico-técnico, por lo que ahora se trata de utilizar ese mismo desarrollo para obtener de la naturaleza lo que necesitamos sin excedernos y a su vez protegerla.

Uno de los elementos más importantes relativos a la protección del medio ambiente son las áreas protegidas, ya que representan una manera de evitar la destrucción de los recursos naturales y la degradación de los hábitats ya que permiten salvaguardar el patrimonio natural referido a la variada gama de especies vegetales, animales silvestres y los recursos genéticos, además son reservas de salud física y mental para el hombre.

En Cuba, ellas desempeñan un importante papel en el funcionamiento y balance geocológico de todo el país, fundamentalmente en la conservación de la biodiversidad.

- **Orígenes y situación mundial de las áreas protegidas**

Los orígenes de los territorios protegidos se remontan a la antigüedad, cuando surgió la idea de conservar, principalmente con fines de esparcimiento espiritual, determinadas áreas silvestres de notables bellezas.

Desde esta época se podía observar el germen de las ideas conservacionistas en la esfera de las áreas protegidas. Se conoce que en el año 252 a.n.e. el emperador Asoka de la India emitió un decreto para la protección de las plantas, animales terrestres y peces, lo que consta como una de las primeras medidas deliberadas para la conservación de los recursos bióticos.

También en el antiguo Egipto, el rey Akhenaton estableció legalmente tierras como reserva natural en el año 1370 a.n.e.

Se conoce que en las tempranas civilizaciones del medio oeste hace más de 1200 años, los gobernadores de Umnayad, perteneciente al primer imperio árabe, se retiraban a determinados territorios del Desierto Oriental de Jordania especialmente reservadas para descansar y disfrutar de su vida silvestre.

Se conocen ejemplos del establecimiento de las reservas de caza al servicio de la nobleza en la Europa Medieval, parques para la exhibición y desarrollo de poblaciones de cérvidos en la China en esta misma época, así como otras reservaciones de la flora y la fauna creadas en la propia China y en la India.

A mediados del siglo XIX surgen en Europa áreas protegidas, tales como el Bosque Virgen de Boubin en Bohemia, Eslovaquia (1858), considerada como una de las primeras reservas naturales del mundo, así como el bosque de Fontainebleau en Francia (1861) que con sus 624 ha, aparece citada como la primera área protegida creada oficialmente a través de decreto.

Pocos años después en 1872, se habrá de iniciar un movimiento clave en el destino de los territorios protegidos en el mundo. No por casualidad surgió en el territorio de expansión al oeste de los Estados Unidos de América.

En la región de Yellowstone, un grupo de hombres decidió que esa área tendría la función de parque público o de terreno de recreo para el beneficio y disfrute de la población, surgiendo así el primer parque nacional del mundo.

Este movimiento de parques nacionales se multiplicó vertiginosamente hasta sobrepasar la cifra de 1200 solo en cien años después y en 1982 había 2671; solo cien años después que incluye otras categorías de manejo y cubrían 396 607 351 ha en 120 países.

De esta forma los parques nacionales fueron las primeras en lo relativo al desarrollo de las áreas protegidas y propiciaron el impetuoso incremento de territorios bajo régimen de protección a nivel mundial.

De acuerdo a la información ofrecida en el último Congreso Mundial de Parques Nacionales y Áreas Protegidas, celebrado en Caracas, Venezuela, 1992 y publicado por la UICN (Unión Mundial para la Conservación) en 1994 en el mundo existían 8641 áreas protegidas de las diferentes categorías de manejo de acuerdo a la categorización de la I a la V de la UICN.

I - Reservas Naturales Estrictas / Áreas Naturales Silvestres - 736

II - Parques Nacionales - 1508

III - Monumentos Nacionales - 322

IV - Áreas de Manejo de Hábitat / Especies - 3955

V - Paisajes Terrestres y Marinos Protegidos - 2120

- **Conceptos fundamentales vinculados a las áreas protegidas**

Internacionalmente existen varios conceptos para definir las áreas protegidas y las formas de su manejo. Para Cuba las definiciones fundamentales vinculadas a las áreas protegidas son las siguientes:



- **Áreas Protegidas:** Son partes determinadas del territorio nacional, declaradas con arreglo a la legislación vigente e incorporadas al ordenamiento territorial, de relevancia ecológica, social e histórico-cultural para la nación, y en algunos casos de relevancia internacional, especialmente consagradas, mediante un manejo eficaz, a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y los recursos naturales, históricos y culturales asociados, a fin de alcanzar los objetivos específicos de la conservación y uso sostenible.
- **Sistema Nacional de Áreas Protegidas:** Sistema territorial, que a partir de la protección y manejo de sus unidades individuales, contribuye además al logro de determinados objetivos de conservación de la naturaleza.
- **Manejo:** Formas y métodos de administración, conservación y utilización de recursos de un área protegida, que se ejercen con el fin de lograr su aprovechamiento sostenible, preservando sus características y propiedades fundamentales.
- **Categorías de manejo:** Formas en que se clasifican las áreas protegidas sometidas a determinados tipos de manejo, según sus características y valores naturales e histórico - culturales. Cada categoría de manejo posee una definición y objetivos propios y su administración y manejo se realiza de acuerdo a determinados patrones.
- **Áreas protegidas de significación nacional:** Son aquellas que por la connotación o magnitud de sus valores, representatividad, grado de conservación, unicidad, extensión, complejidad u otros elementos relevantes, se consideran de importancia internacional, regional o nacional, constituyendo el núcleo fundamental de Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- **Áreas protegidas de significación local:** Son aquellas que en razón de su extensión, grado de conservación o repetibilidad, no son clasificadas como áreas protegidas de significación nacional.

- **Formación histórica de las áreas protegidas**

En Cuba la formación de las áreas protegidas se remonta a 1930 cuando por medio del Decreto 487 del gobierno de entonces se establece el Parque Nacional El Cristal, en un área de 260 kilómetros cuadrados. En realidad no se tomó ninguna medida para su funcionamiento.

En 1941 el Dr Abelardo Moreno crea una comisión para la protección de la flora y la fauna perteneciente a la Sociedad de Historia Natural Felipe Poey.

En 1950 debido a gestiones se funda la Sociedad Cubana para la protección y conservación de la Naturaleza.

Al triunfar la revolución el país se encuentra desajustado desde el punto de vista económico y social, existiendo innumerables problemas de protección de la naturaleza que no habían sido atendidos hasta ese momento.

A partir de 1959 se dan los primeros pasos para la creación de Áreas Protegidas, así mediante la Ley de Repoblación Forestal del Consejo de Ministros del Gobierno Revolucionario del 10 de abril de 1959 se crean 9 parques naturales. En 1963 un grupo de especialistas de la recién creada Academia de Ciencias de Cuba realiza estudios para establecer un grupo de áreas protegidas y mediante la Resolución Ministerial 412 del Gobierno Revolucionario se crean 4 reservas naturales (Cabo Corrientes, El Veral, Cupeyal del Norte y Jaguaní). En 1966, se crea

---

la reserva natural Caguanes con el objetivo de preservar los valores naturales y arqueológicos del área.

En 1975 se proponen 104 áreas protegidas por la sub comisión para la conservación de la flora terrestre, dirigida por Onaney Muñiz del Instituto de Botánica, éstas áreas no contaban con administración ni plan de manejo, sólo fueron caracterizadas por sus valores para la protección, fundamentalmente florísticos y faunísticos. El Consejo Nacional de Monumentos del Ministerio de Cultura en 1979 crea los primeros Monumentos Nacionales Naturales, pero en este caso tampoco contaban con manejo, ni administración, ni tan siquiera de un expediente.

A principios de la década del 80 se forma una institución como Consejo Científico de Flora y Fauna (que más tarde se convierte en Dirección de Áreas Protegidas y actualmente constituye la Empresa para la Protección de la Flora y La Fauna del Ministerio de la Agricultura), y crea 21 áreas protegidas. Sin embargo, dichas áreas comenzaban sólo inicialmente a funcionar no existiendo un sistema de categorías bien estructurado, y un personal técnico muy pequeño.

A partir del trabajo de este grupo 73 áreas que integran el sistema comienzan a funcionar. Se forma un personal dirigente y técnico y un cuerpo de guardabosques. Se crean instalaciones. En algunas áreas se realizan estudios e investigación, llevándose a cabo la categorización de las mismas. Se elabora para algunas sus planes de manejo.

En esta década se realizaron los primeros estudios para la elaboración de un “Decreto Ley del Sistema Nacional de Areas Protegidas”. En toda Cuba se realizó en 1984 la Medida 435 (Control de las disposiciones sobre las áreas protegidas) dirigida por la Oficina de Atención a los Organos Locales del Poder Popular, y en 1986 el Estudio 58 del Programa de Medidas para asegurar los objetivos económicos y sociales, para conocer las zonas a priorizar en las actividades de protección ambiental, dirigido por el Instituto de Planificación Física.

La COMARNA (antigua Comisión Nacional para la Protección de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente) creó una comisión nacional de áreas protegidas para determinar las de mayor valor y prioridad con el objetivo de crear un sistema nacional donde participaban todas las instituciones que tenían que ver con ello de una forma u otra. En el Instituto de Ecología y Sistemática se han realizado estudios en áreas significativamente sensibles. Se declaran por la UNESCO a partir de 1984 cuatro Reservas de la Biosfera (Sierra del Rosario, Guanahacabibes, Baconao y Cuchillas del Toa), las dos primeras en Pinar del Río y las dos últimas en las provincias orientales.

En 1987 el Instituto de Geografía, se tuteló una tesis donde se aplicó la teoría checa del Esqueleto de Estabilidad Ecológica del paisaje, evaluándose las áreas protegidas como biocentros, en 1989 se presenta un mapa, con la evaluación de las áreas protegidas propuestas en el país según su importancia biocenológica, en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba que recoge las áreas protegidas propuestas que existían por diferentes instituciones, el aporte inicial lo hizo el científico cubano Onaney Muñiz a partir de sus archivos de trabajos desarrollados por el Instituto de Botánica. Se recopiló información de 280 de ellas que se encontraba dispersa y de forma heterogénea.

En 1995, se creó del Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP) de la Agencia de Medio Ambiente, adscrito al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Ello representa, que si bien otras entidades administran las áreas (la Empresa Nacional para la

Conservación de la Flora y la Fauna del Ministerio de la Agricultura, Empresas Agropecuarias, Delegaciones del CITMA y otras), el Centro Nacional de Áreas Protegidas posee la misión de ser el centro rector del planeamiento y gestión integral del sistema nacional de áreas protegidas, para garantizar su dirección, control y óptimo funcionamiento.

El 25 de Diciembre de 1999 se aprueba el Decreto Ley 201 de Las Áreas Protegidas por el Consejo de Estado, el cual establece y rige el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (SNAP), el mismo regula el establecimiento de las áreas protegidas y las categorías de manejo, además establece la metodología a seguir para la aprobación de las áreas protegidas por el Consejo de Ministros.

En ese propio año se aprueban por la UNESCO dos nuevas Reservas de la Biosfera Ciénaga de Zapata en Matanzas y Buenavista al Norte de Sancti Spíritus. A principios del 2000 se aprueban por la Comisión Mundial de Patrimonio Mundial dos áreas protegidas, Parque Nacional Desembarco del Granma como Patrimonio Natural de la Humanidad y el Parque Nacional Viñales como Paisaje Protegido de la Humanidad.

También en el año 2000 se aprueba por la Convención Mundial de Humedales a la Ciénaga de Zapata como sitio RAMSAR por sus altos valores naturales y su conservación.

Con fecha 1 de Febrero del 2001 se toma el Acuerdo No. 3880 del Consejo de Ministro que aprueba las primeras 32 áreas protegidas amparadas en el Decreto Ley No. 201 de las áreas protegidas.

Un primer propósito de la existencia del sistema de áreas protegidas, consiste en conservar las muestras representativas de unidades geoambientales, y de elementos de la biodiversidad, para asegurar la continuidad de los procesos evolutivos y la preservación del material genético, de importancia mundial, a nivel de las regiones tropicales.

Si bien, el país ha experimentado una intensa asimilación humana, y una fuerte transformación de los paisajes, prácticamente el 10% del país se encuentra en estado natural y seminatural, son justamente los paisajes más extremos (ciénagas, montañas, zonas costeras y llanuras calcáreas) y de mayor valor natural aquellos que han sido los más conservados. En los últimos años, se lleva a cabo una asimilación apreciable en algunos de tales territorios, debido a la instalación de objetos turísticos, la explotación de minerales y la actividad silvicultural.

En particular, la creación de polos de desarrollo turístico está en estrecha relación con la explotación de valores naturales. Por otra parte, y debido a la alta geodiversidad del territorio, la existencia de áreas pequeñas en estado seminatural y de alto valor natural, está rodeada por áreas donde se realizan diversas actividades económicas. Ello exige de estrategias de uso múltiple racional y sostenible. Por lo que un segundo propósito de la existencia de un sistema de áreas protegidas, es garantizar la preservación de los recursos naturales, y el uso sostenible, particularmente en regiones de alto valor natural expuestas a un fuerte impacto humano. (Perera, 1986).

El sistema de áreas protegidas, debe desempeñar un papel fundamental en garantizar el funcionamiento y el balance geoecológico a nivel de todo el país, y de las regiones que lo forman. Ello debe realizarse, en condiciones de una alta complejidad de las interrelaciones entre los sistemas, de un intenso complicado intercambio e interconexión de energía y materia. Ello se manifiesta en la existencia de más de 630 cuencas hidrográficas superficiales de más de 5

kilómetros, y en una destacada participación del escurrimiento subterráneo. Además, debido al carácter insular el intercambio en las zonas costeras y litorales y las interrelaciones entre los sistemas marinos y terrestres hacen aumentar la fragilidad geocológica. (Mateo, 1995)

De tal manera, se puede afirmar que la existencia de un sistema de áreas protegidas en Cuba, es vital a la hora de garantizar un programa estratégico de utilización y protección del patrimonio natural. Desempeña, por otra parte un papel fundamental en el logro de un desarrollo sostenible, y en una política ambiental coherente y acorde con los intereses nacionales. (Mateo, 1995).

Esta red de áreas protegidas cubre aproximadamente el 22% (1 331 900 ha) del territorio nacional en todas sus variantes y categorías y aproximadamente el 6% (665 952 ha) si consideramos las más estrictas y/o de significación nacional (todas las Reservas Naturales, Parques Nacionales, Reservas Ecológicas, algunos Elementos Naturales Destacados, Reservas Florísticas Manejadas, Refugios de Fauna y Paisajes Naturales Protegidos).

- **Áreas Protegidas Propuestas por el Centro Nacional de Áreas Protegidas para Cuba.**

A continuación se presenta la superficie y el número de áreas protegidas por provincias:

Provincia (*)	Numero de Áreas Protegidas(U)			Superficie protegida(Km <sup>2</sup> )		
	Total	Significación		Total	Terrestre	Marina
		Nacional	Local			
Cuba	236	80	156	26749.37	19957.23	6792.14
Pinar del Río	30	9	21	2094.04	1718	376.04
La Habana	9	0	9	218.64	143.64	75.00
Ciudad de La Habana	6	0	6	23.02	16.41	6.61
Matanzas	23	7	16	3093.87	2482.32	611.55
Villa Clara	15	7	8	2146.59	447.51	1699.08
Cienfuegos	11	4	7	209.34	180.28	29.06
Sancti Spiritus	18	4	14	814.08	658.25	155.83
Ciego de Avila	11	3	8	713.09	360.04	353.05
Camagüey	21	9	12	3813.37	1736.81	2076.56
Las Tunas	8	3	5	532.18	380.32	151.86
Holguín	20	7	13	926.66	880.31	46.35
Granma	10	4	6	1393.54	1393.54	0.00
Santiago de Cuba	12	3	9	1003.52	893.59	109.93
Guantánamo	24	14	10	7688.77	7573.15	115.62
Isla de la Juventud	18	6	12	2078.66	1093.06	985.6

(\*) Las Áreas Protegidas que ocupan territorios de más de una provincia, aparecen reportadas por aquella en la que presenta la mayoría del área ó en la que se encuentra radicada la administración de la misma.

Es de destacar la existencia de un grupo de grandes áreas que agrupan en su interior los mayores valores del país y son representativas de los principales núcleos de biodiversidad y endemismo de Cuba, junto a un gran número de áreas pequeñas que responden al mosaico de distribución de valores de la naturaleza cubana, como son su alto endemismo y la distribución estricta y localizada de un porcentaje de ellas fuera de los grandes centros clásicos.

También influye en esto la existencia de fenómenos naturales destacados y la distribución dispersa de poblaciones de especies importantes de la flora y la fauna.

Asimismo existen numerosas áreas protegidas marinas y costero marinas a partir de los valores de la plataforma submarina cubana en cuanto a la conservación de los ecosistemas y la diversidad de los mismos, muy especialmente la presencia de desarrolladas formaciones coralinas (fundamentalmente crestas barreras, arrecifes, cangilones), donde podemos encontrar 60 entre especies, subespecies y formas ecológicas, siendo las especies reportadas para Cuba superior al resto del Caribe. Igualmente encontramos 52 especies de gorgonaceas y 11 especies de antipatharias.

Otras formaciones de importancia pueden ser las praderas de pastos marinos, donde predominan las fanerogamas y macroalgas, entre las que se pueden destacar en el seibadal las *thalassias testudium*, *Syringodium filiforme*, *Halophila desipiens* y otras, y zonas de abundantes canales y bajos así como elementos del relieve submarino espectaculares (blue holes, paredes verticales con abundantes corales, cuevas, cañones submarinos, etc.). A niveles de especies los sitios de refugio, reproducción, cría y desove (en muchos casos coincidentes con zonas de corales, canales y manglares) o sitios de abundancia de especies (o sitios de importancia trófica) de importancia conservacionista (cobo, manatí, delfín, quelonios, cocodrilos, coral negro), son también elementos guías que se han tomado para la creación de áreas protegidas marinas.

### **Categorías de Manejo de las Áreas Protegidas**

En el mundo existen numerosas categorías de manejo de áreas protegidas. Cada país instituye las suyas de acuerdo a sus características, pero siguiendo un patrón universal de la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN) que aprobó 6 categorías de manejo para la conservación de las áreas protegidas, ellas son:

- 1- Reserva Natural Estricta
- 2- Parque Nacional
- 3- Monumentos Naturales
- 4- Reservas de Hábitat de Especies de la Flora y la Fauna
- 5- Paisajes Naturales Protegidos Terrestres y Marinos
- 6- Areas de Recursos Manejados Protegidos.

En Cuba los espacios naturales o seminaturales que integran el SNAP tendrán asignadas una de las categorías que se relacionan a continuación y que aparecen ordenadas en forma creciente, de acuerdo a la intensidad del manejo y a la posibilidad de intervención humana:

- 1) Reserva Natural (Categoría 1 de la UICN)
- 2) Parque Nacional (Categoría 2 de la UICN)
- 3) Reserva Ecológica (Categoría 2 de la UICN)
- 4) Elemento Natural Destacado (Categoría 3 de la UICN)
- 5) Reserva Florística Manejada (Categoría 4 de la UICN)

6) Refugio de Fauna (Categoría 4 de la UICN)

7) Paisaje Natural Protegido (Categoría 5 de la UICN)

8) Area Protegida de Recursos Manejados (Categoría 6 de la UICN).

Por su relevancia nacional o internacional, las áreas protegidas establecidas en el país, o alguna de sus partes o elementos componentes, podrán recibir, además de la denominación correspondiente a su categoría de manejo, los siguientes títulos que confieren distinción o jerarquización a los recursos que protege: de acuerdo a sus valores naturales e históricos – sociales.

- a) Monumento local
- b) Monumento nacional
- c) Reserva de biosfera
- d) Sitios de patrimonio mundial
- e) Sitios RAMSAR

Las áreas protegidas podrán cambiar de categoría, extensión y régimen de manejo, por decisión del Consejo de Ministros avalado por el criterio del CIMTA, según convenga a su mejor protección y gestión.

La categorización de las áreas protegidas y su delimitación, así como sus modificaciones, se deberá realizar sobre la base de evaluaciones científicas y compatibilizaciones con los organismos implicados atendiendo a:

- a) la magnitud y significación de sus valores y recursos naturales, especialmente en relación con la diversidad biológica
- b) el ordenamiento territorial
- c) grado de naturalidad del área, considerando la incidencia de impactos ambientales
- d) los objetivos de manejo previstos y sus prioridades en base a las potencialidades naturales del área;
- e) el potencial natural del área para el desarrollo de diferentes actividades socio - económicas que contribuyan a mejorar el nivel de vida de la población
- d) la presencia, significación y grado de conservación de sus valores histórico - culturales
- g) su contribución a la recuperación, restauración, protección, la conservación y al uso racional de sus recursos y los demás valores que sirven de base a su definición y categorización.

### **Categorías de Manejo**

#### **Reserva natural**

La reserva natural es un área terrestre, marina o una combinación de ambas, en estado natural y sin población humana, de importancia nacional, regional o internacional, destinada principalmente a actividades de protección, investigación científica y monitoreo ambiental, que contiene elementos físico - geográficos, especies, comunidades o ecosistemas de flora y fauna de valor único o en peligro de extinción, que por su valor para la conservación de recursos

---

genéticos o por su vulnerabilidad, precisan de una protección estricta.

En las reservas naturales solo se podrán realizar las actividades requeridas para su administración y manejo.

La reserva natural tiene como objetivos específicos los siguientes:

- a) servir de banco genético a través de la protección de las especies, poblaciones, comunidades o ecosistemas valiosos
- b) mantener los recursos genéticos en un estado dinámico y evolutivo
- c) preservar los hábitat, ecosistemas y especies representativas en su estado natural
- d) salvaguardar y mantener, respectivamente, las características estructurales del paisaje y los procesos ecológicos establecidos
- e) proporcionar ejemplos de medio ambiente natural para la realización de estudios científicos, monitoreo ambiental y acciones de educación y formación.

Son directrices para designar un área como reserva natural las siguientes:

- a) El área debe estar exenta de intervención humana salvo la requerida para su administración y manejo y debe ser capaz de permanecer en esas condiciones.
- b) La conservación de la diversidad biológica del área, tiene que lograrse a través de la protección, sin realizar actividades de manejo o manipulación del hábitat, salvo las necesarias para cumplir sus objetivos.

- *Parque Nacional*

El parque nacional es un área terrestre, marina, o una combinación de ambas, en estado natural o seminatural, con escasa o nula población humana, designada para proteger la integridad ecológica de uno o más ecosistemas de importancia internacional, regional o nacional y manejada principalmente con fines de conservación de ecosistemas.

El parque nacional tiene como objetivos específicos los siguientes:

- a) conservar la diversidad y estabilidad ecológica y los factores que influyen en la regulación del medio ambiente
- b) preservar en su estado natural ejemplos representativos de regiones físico - geográficas, comunidades bióticas, recursos genéticos y especies; permitir su evolución natural y garantizar la conservación de la diversidad biológica
- c) promover el respeto por los atributos ecológicos, geomorfológicos, culturales o estéticos que han justificado la designación, en un ambiente natural, conjugado con la educación del público en el sentido de interpretar la naturaleza y la historia para su conocimiento, apreciación y disfrute
- d) satisfacer las necesidades de las poblaciones autóctonas a través de prácticas sostenibles de uso de los recursos, garantizando que no se afecten los objetivos de manejo
- e) proporcionar oportunidades para la recreación y el turismo
- f) proteger y mostrar a visitantes y estudiosos para fines de educación, investigación y

recreación, los valores culturales, históricos y arqueológicos como elementos de la herencia cultural de la nación

- g) proteger, manejar y fomentar los recursos naturales y escénicos, con fines espirituales, científicos, educativos, recreativos y turísticos, para garantizar la preservación de dichos valores a un nivel que permita mantener el área en estado natural o seminatural.

Son directrices para la identificación del parque nacional las siguientes:

- a) El área debe contener ejemplos representativos de importantes regiones, características o escenarios naturales, en las cuales las especies de animales y plantas, los hábitat y los elementos geomorfológicos revistan especial importancia científica, educativa, recreativa y turística.
- b) El área debe contener uno o más ecosistemas completos que no hayan sido materialmente alterados por la explotación o la ocupación humana.

### *Reserva Ecológica*

La reserva ecológica es un área terrestre, marina o una combinación de ambas, en estado natural o seminatural, designada para proteger la integridad ecológica de ecosistemas o parte de ellos, de importancia internacional, regional o nacional y manejada principalmente con fines de conservación de ecosistemas.

Las reservas ecológicas, a diferencia de los parques nacionales, pueden o no contener ecosistemas completos y presentan un grado de naturalidad menor o son relativamente de menor tamaño.

La reserva ecológica tiene los mismos objetivos específicos que el parque nacional.

Son directrices para la identificación de la reserva ecológica las siguientes:

- a) El área debe contener ejemplos representativos de importantes regiones, características o escenarios naturales, en las cuales las especies de animales y plantas, los hábitat y los elementos geomorfológicos, revisten especial importancia científica, educativa, recreativa y turística.
- b) Tendrá un relativo balance de valores naturales considerados de gran importancia para el país.
- c) Contendrá ecosistemas o parte de ellos materialmente poco alterados.

### *Elemento Natural Destacado*

El elemento natural destacado es un área que contiene una o más características naturales de valor destacado o excepcional, por su rareza implícita y sus cualidades representativas o estéticas y que puede contener valores histórico - culturales asociados, siendo manejada con el fin de conservar dichas características y valores.

El elemento natural destacado tiene como objetivos específicos los siguientes:

- a) proteger o preservar a perpetuidad las características destacadas que son específicas del área, a causa de su importancia natural y su calidad excepcional o representativa
- b) brindar oportunidades para la investigación, la educación, la interpretación y la apreciación



---

del público, en un grado compatible con el objetivo precedente

- c) eliminar e impedir la explotación u ocupación hostiles al propósito de la designación
- d) proporcionar oportunidades para el desarrollo de actividades de recreación y turismo.

Son directrices para la identificación del elemento natural destacado las siguientes:

- a) el área tendrá relación con un monumento nacional o local, aprobado o propuesto, que cumpla las características de esta categoría
- b) el área debe contener uno o más rasgos naturales de importancia notable
- c) puede incluir o no, asociado a los rasgos naturales anteriores o a estados de naturaleza conservada, valores histórico - culturales de importancia notable.

#### *Reserva Florística Manejada*

La reserva florística manejada es un área natural o seminatural que necesita intervenciones activas de manejo para lograr la protección y mantenimiento de complejos naturales o ecosistemas, que garanticen la existencia y el buen desarrollo de determinadas comunidades vegetales o especies florísticas.

La reserva florística manejada, a diferencia de las categorías anteriormente establecidas, podrá presentar desequilibrios por ocurrir procesos dañinos, o rasgos particulares que requieran la manipulación del hábitat o las especies, con el fin de proveer condiciones óptimas, para su recuperación o adecuada protección, de acuerdo con circunstancias específicas.

La reserva florística manejada tendrá los objetivos específicos siguientes:

- a) mantener o manejar el hábitat, de forma que se garanticen las condiciones necesarias para proteger a importantes especies, grupo de especies o comunidades vegetales
- b) proteger comunidades vegetales o especies florísticas de significación regional, nacional o local, que constituyen elementos o muestras representativas de unidades fitogeográficas de interés
- c) preservar el material genético existente, garantizando su evolución a partir del adecuado manejo de las poblaciones biológicas
- d) conservar diversos ecosistemas para asegurar la continuidad de los procesos evolutivos y los patrones del flujo genético
- e) mejorar y rehabilitar determinados hábitat o recursos naturales que sean importantes por su interrelación con comunidades vegetales o especies florísticas de interés
- f) propiciar la investigación y el monitoreo ambiental, especialmente en lo relativo al mantenimiento y recuperación de las comunidades vegetales a partir de su regeneración natural
- g) propiciar oportunidades para la educación ambiental
- h) proporcionar oportunidades para el desarrollo de actividades de recreación y turismo.

Son directrices para la identificación de la reserva florística manejada las siguientes:

- a) el área debe desempeñar una función importante en la protección de la naturaleza y la supervivencia de especies de la flora
- b) la conservación de los hábitats y especies dependerá de la intervención activa de la autoridad encargada del manejo, si es necesario a través de la manipulación del hábitat o de las propias especies.

#### *Refugio de Fauna*

El refugio de fauna es un área terrestre, marina o una combinación de ambas, donde la protección y el manejo de los hábitats o especies resulte esencial para la subsistencia de poblaciones de fauna silvestre migratoria o residente de significación.

Los refugios de fauna no requerirán ser necesariamente territorios totalmente naturales, por lo que puede existir en ellos actividad humana vinculada al manejo de sus recursos, siempre que no contravenga las regulaciones establecidas y esté, en todo caso, en función de los objetivos específicos del área.

El refugio de fauna tendrá como objetivos específicos los siguientes:

- a) mantener o manejar el hábitat de forma que se garanticen las condiciones necesarias para proteger a importantes especies, grupos de especies o comunidades zoológicas
- b) conservar diversos ecosistemas o hábitats para asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones de animales y los patrones de flujo genético
- c) proteger especies, grupos de especies o comunidades bióticas de la fauna de significación regional, nacional o local, que constituyan elementos representativos de la fauna silvestre de Cuba
- d) preservar el material genético existente garantizando su evolución a partir del adecuado manejo de las poblaciones biológicas
- e) propiciar la investigación y el monitoreo ambiental, específicamente en lo relativo al mantenimiento y recuperación de las poblaciones animales
- f) propiciar oportunidades para la educación ambiental
- g) proporcionar oportunidades para el desarrollo de actividades de recreación y turismo.

Son directrices para la identificación del refugio de fauna las siguientes:

- a) el área debe desempeñar una función importante en la protección de la naturaleza y la supervivencia de las especies animales
- b) la conservación de estos hábitats y especies dependerá de la intervención activa de la autoridad encargada del manejo.

#### *Paisaje Natural Protegido*

El paisaje natural protegido es un área terrestre, marina o una combinación de ambas, en estado natural o seminatural que es manejada principalmente con fines de protección y mantenimiento de condiciones naturales, servicios medioambientales y desarrollo del turismo sostenible.

Los paisajes naturales protegidos se localizan generalmente en territorios de interés ecológico,

ambiental y turístico, tales como áreas costeras y marinas, montañas, cuencas de ríos y embalses, la periferia de zonas urbanizadas y otras. El valor de sus recursos podrá no ser notable, pero facilitan un flujo de servicios y procesos ecológicos vitales, tales como servir de corredores biológicos, mantener la pureza del aire y el agua, proteger contra la erosión, mantener valores naturales estéticos, u otras funciones de similar naturaleza.

Los paisajes naturales protegidos tendrán los objetivos siguientes:

- a) mantener los ecosistemas en las condiciones necesarias para la continuación de los procesos naturales
- b) mantener o recuperar creativamente un entorno natural, atractivo, así como mejorar las condiciones ambientales en un área dada
- c) propiciar la protección y mejoramiento de áreas que poseen valores naturales o histórico - culturales
- d) proteger y manejar el paisaje para asegurar la calidad del medio ambiente, considerando el desarrollo de actividades económicas y productivas de forma sostenible
- e) proteger y fomentar las bellezas escénicas terrestres y marítimas
- f) proporcionar oportunidades para el desarrollo de actividades de recreación y turismo
- g) desarrollar actividades de educación ambiental
- h) mantener la calidad del paisaje mediante prácticas de ordenamiento adecuadas.

Son directrices para la identificación del paisaje natural protegido las siguientes:

- a) el área debe tener funciones ecológicas y medioambientales bien definidas
- b) las actividades económicas y productivas sostenibles no tendrán un peso considerable dentro del área.

#### Area Protegida de Recursos Manejados

Es aquella área terrestre, marina o una combinación de ambas, que contiene sistemas naturales o seminaturales y que es objeto de actividades de manejo para garantizar la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica y proporcionar, al mismo tiempo, un flujo sostenible de productos naturales y servicios para satisfacer las necesidades locales o nacionales. A los fines de su funcionamiento, deberán contener en su interior otras áreas protegidas de categoría más estricta.

Las áreas protegidas de recursos manejados podrán ser denominadas de forma diferente, siempre que dicha denominación no coincida con las restantes categorías establecidas.

El área protegida de recursos manejados tendrá los objetivos siguientes:

- a) proteger y mantener a largo plazo la diversidad biológica y otros valores naturales del área.
- b) propiciar diversos usos de los recursos naturales y prácticas de manejo racionales, para la obtención sostenida de variadas producciones
- c) promover la obtención y extensión de resultados científico - técnicos vinculados al aprovechamiento integral de recursos naturales en territorios de alta fragilidad ecológica

- d) proteger valores naturales e histórico - culturales de significación regional, nacional y local
- e) propiciar la elevación del nivel de vida y el desarrollo socioeconómico de las poblaciones locales
- f) promover actividades de educación ambiental
- g) propiciar oportunidades para el desarrollo de actividades de recreación y el turismo
- h) proteger y mantener la diversidad biológica y otros valores naturales del área
- i) preservar la base de recursos naturales contra modalidades de uso de los recursos que sean perjudiciales para la diversidad biológica del área.

Son directrices para identificar un área protegida de recursos manejados las siguientes:

- a) Por lo menos dos terceras partes de su superficie deben estar en condiciones naturales o seminaturales, pero puede contener también zonas limitadas de ecosistemas modificados.
- b) El área debe estar en condiciones de tolerar la utilización sostenible de sus recursos, sin que ello vaya en detrimento de sus valores naturales.

El Sistema Nacional de Areas Protegidas de Cuba está constituido por las siguientes áreas de significación nacional según su categoría de manejo:

8 Reservas Naturales.

14 Parques Nacionales.

22 Reservas Ecológicas.

4 Elementos Naturales Destacados.

11 Reservas Florísticas Manejadas.

11 Refugios de Fauna.

2 Paisajes Naturales Protegidos.

8 Areas Protegidas de Recursos Manejados

Aprobadas por el Consejo de Ministro en el Febrero del 2001

7 Parques Nacionales

2 Reservas Ecológicas

1 Elemento Natural Destacado

6 Reservas Florísticas Manejadas

13 Refugios de Fauna

1 Paisaje Natural Protegido

3 Areas Protegidas de Recursos Manejados

7 Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible que no se incluyen en ninguna de las categorías de manejo y están constituidas por los cuatro grandes macizos montañosos (Guaniguanico,

Guamuhaya, Sierra Maestra, y Sagua – Nipe – Baracoa), la Ciénaga de Zapata y los Archipiélagos de Sabana - Camagüey y los Canarreos.

Las Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible son extensas regiones donde, por la fragilidad de los ecosistemas y su importancia socioeconómica, se toman medidas de atención y coordinación de carácter estructural a nivel nacional, para el logro de los objetivos de conservación y desarrollo sostenible.

El Sistema Nacional de Areas Protegidas contiene 80 áreas de significación nacional y 156 áreas de significación local, reconocidas en todo el país, para un total de 236, que incluye a las 6 Reservas de Biosfera, a los dos Sitios de Patrimonio Mundial y a un Sitio Ramsar con distintas categorías de Manejo.

### Áreas protegidas según su categoría de manejo

Categoría de manejo	Total de Areas		Significación Nacional		Significación Local	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Reserva Natural	8	2.07	8	2.42	-	-
Parque Nacional	14	24.67	14	28.43	-	-
Reserva Ecológica	30	10.96	22	10.9	8	11.1
Elemento Natural Destacado	28	1.4	4	0.32	24	8.56
Reserva Florística Manejada	67	4.2	11	1.34	56	23.32
Refugio de Fauna	54	14.45	11	12.02	43	29.8
Paisaje Natural Protegido	16	2.45	2	0.35	14	16.81
Area Protegida de Recursos Manejados	19	39.8	8	44.22	11	10.41
	236	100	80	100	156	100

### Problemática actual de la administración de las áreas protegidas

El principal problema que se enfrenta en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas es la falta de recursos financieros, para enfrentar la compra de equipos, la realización de infraestructuras y la ejecución de un amplio programa de manejo y protección, investigación y monitoreos. Existen medios legales y logísticos e infraestructurales que garantizan el funcionamiento del sistema. Al menos una cuarta parte de las áreas cuentan con infraestructura básica (puesto de control, centros de interpretación, señalización de senderos, equipos de transporte y comunicaciones), lo que es aún insuficiente. La instrumentación, implementación, seguimiento, evaluación y actualización de los planes de manejo es el segundo problema, en orden de prioridad. Sólo 20 unidades de conservación tienen un buen grado de desarrollo, mientras que en otras 28 solo están iniciando los procesos de planificación.

Aún se explota de una forma muy débil todo el amplísimo potencial que tienen las áreas en cuanto a educación, formación y de interpretación ambiental. Ello incluye a la calificación para la gestión del personal que trabaja en las áreas y en la concientización de los pobladores de las comunidades adyacentes o dentro de las áreas protegidas, que deben de vincularse más al trabajo de protección y conservación a la vez que se hagan un aprovechamiento sostenible de las mismas si agredir el medio.

Se puede concluir del análisis realizado lo siguiente:

- 1- Las áreas protegidas representan los mejores valores florísticos, faunísticos y de paisaje de Cuba.
- 2- Históricamente existe una voluntad política y un apoyo estatal en la creación del sistema nacional de áreas protegidas, el cual cuenta con la infraestructura técnica y de recursos humanos para su funcionamiento.
- 3- La tarea fundamental que enfrenta el sistema nacional de áreas protegidas es el fortalecimiento de la capacidad técnica y administrativa del mismo.
- 4- Las áreas protegidas deben ser manejadas para que sirvan de fuente de ingresos, investigación, inspiración y orgullo del pueblo cubano y se conviertan en un pilar fundamental en la aplicación de la estrategia de conservación - desarrollo sostenible.
- 5- Debe de existir un mayor trabajo en la Educación Ambiental dirigida a la protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales de las áreas protegidas, fundamentalmente en aquellas comunidades dentro o muy cerca de las mismas.
- 6- Tiene que existir un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario en la investigación y gestión ambiental de las áreas protegidas.

---

## II.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS MARINOS COSTEROS DE CUBA

Dr. Pedro M. Alcolado y Beatriz Martínez-Daranas

En este artículo se abordan los principales ecosistemas marinos costeros del país, su importancia, requerimientos, funcionamiento y factores que los afectan, aspectos muy importantes de conocer para cualquier análisis ambiental que se requiera, ya que son ecosistemas frágiles y de fácil deterioro por la influencia terrestre de contaminación, uso de artes de pesca dañinas y vertimientos en el mar de hidrocarburos. Además se plantean las interacciones existentes entre estos ecosistemas.

- **Arrecifes coralinos**

Los arrecifes coralinos son estructuras masivas de origen biológico, sólidas y con formas variadas, que cubren la matriz rocosa de algunos fondos marinos tropicales y subtropicales. Estos son creados por organismos fijados al fondo que forman esqueletos pétreos de carbonato de calcio (principalmente corales pétreos). Este ecosistema es considerado el más productivo de los ecosistemas marinos.

Nuestros arrecifes forman crestas (restingas), promontorios (cabezos o parches), barras alternadas con canales de arena (macizos y canales), y tapizan cantos y terrazas rocosas (Figura 2). Los organismos fijos lo conforman principalmente los corales pétreos, las esponjas, los gorgonáceos, las ascidias y las algas, y los móviles, una rica fauna de peces e invertebrados.

### **Importancia de los arrecifes coralinos**

Los arrecifes coralinos brindan al hombre bienes y servicios de incalculable valor, hecho que lamentablemente no es por todos conocido y por lo tanto no se tiene siempre en cuenta a la hora de planificar el desarrollo de una zona o cuando cualquiera de nosotros causamos daño, deliberado o no, a los corales u otros organismos de ese ecosistema.

Este ecosistema es fuente de una gran variedad de recursos pesqueros de calidad y precio generalmente superior a los de otros ecosistemas costeros. Ejemplos de ellos son la langosta y peces de alta calidad como el pargo y la cherna. Las pesquerías de estas especies constituyen un rubro económico de vital importancia en Cuba.

Son muy variadas y prometedoras las sustancias biológicamente activas que se encuentran en extractos de gran cantidad de especies de arrecifes, que se emplean como fármacos antibióticos, antivirales, anticancerígenos, hipotensores, antiinflamatorios, antiasmáticos, antiherpéticos, antiartríticos, antisolares, etc. y como reactivos de interés bioquímico y experimental. Las prostaglandinas extraídas de los gorgonáceos (celenterados fijos) llamados *Plexaura homomalla* y *Plexaura kuekenhali* son sustancias con múltiples y potentes propiedades medicinales que sirven tanto al hombre como en la veterinaria, las cuales en cierto grado ya son aprovechadas en Cuba.

Numerosos son los productos que como materia prima sirven para la elaboración de vistosos objetos de artesanía y bisutería. Tenemos el coral negro, conchas nacaradas o bellamente coloreadas de moluscos, el caparazón del carey, y algunos peces usados para taxidermia decorativa como el guanábano, por mencionar algunos.

Por otra parte, no debe olvidarse que los arrecifes constituyen una de las principales fábricas del arena que nutre las playas y que también se emplea en la construcción. No menos importante es la efectiva protección ejercida por las barreras o crestas arrecifales sobre las costas contra la erosión producida por el oleaje. Estas son barreras naturales que se automantienen, a diferencia de las artificiales cuyo mantenimiento es muy costoso. Muchísimos cayos y ecosistemas costeros, como manglares, dunas de playas y pastos marinos, existen gracias a la presencia de esas rompientes arrecifales. En ese mismo caso se encuentran numerosos poblados y edificaciones de las costas. Esto tiene una connotación especial en el contexto del actual incremento del nivel del mar provocado por los cambios climáticos globales.

Algunos arrecifes han contribuido a la formación de islas al aflorar por la disminución del nivel del mar o actuando como trampas de fragmentos de corales y sedimentos.

De gran trascendencia socioeconómica para los países tropicales es el extraordinario valor estético de los paisajes submarinos de los arrecifes coralinos junto con su gran diversidad de fauna y flora. Esto los convierte en lugares de solaz y esparcimiento con alta demanda nacional e internacional y, por lo tanto, un recurso turístico y ecoturístico con gran potencial de ingreso financiero para los países en desarrollo si se manejan correctamente. En la Florida, el uso recreativo de los arrecifes aporta ganancias de aproximadamente 1,6 miles millones de dólares al año. Otros países que se destacan por la utilización exitosa de los arrecifes como recurso turístico son Bonaire, Belice, Gran Caimán y Bermudas.

El valor ecológico del arrecife coralino es considerable si tenemos en cuenta que constituye el área vital de refugio o reproducción de gran cantidad de especies de aguas interiores de las plataformas continentales e insulares, incluyendo las comerciales. Son muy numerosas las especies que se dirigen a los arrecifes a desovar, como por ejemplo, la langosta, los pargos y los meros. Muchas especies se guarecen en los recovecos del arrecife y sólo se retiran para alimentarse en los pastos marinos y manglares cercanos, pudiendo citarse la langosta, los pargos, los roncós, los bajonaos, los jureles, etc.

Algunas experiencias concluyen que los arrecifes coralinos constituyen un sumidero neto de CO<sub>2</sub> a través de la interfase mar/aire (Gattuso y Frankignoulle, 1992; Goreau, 1992) de ahí su probable importancia en la conservación de la estabilidad del clima global.

Por otra parte, el arrecife de coral posee gran valor intrínseco por su carácter único en sus formas y procesos, así como su composición y diversidad de especies. A pesar de su muy limitada extensión sobre el océano, albergan la cuarta parte de las especies de peces del globo terráqueo (McAllister, 1995). De ello se desprende un gran valor educacional, científico y ético.

También debe mencionarse la utilidad del empleo de los arrecifes como indicadores que nos informan y alertan del estado de la calidad de las aguas en los trópicos y de los efectos de los cambios climáticos que tienen lugar a nivel mundial. Ello se debe a la gran sensibilidad de los arrecifes a los cambios ambientales.

De todo ello se evidencia que este ecosistema constituye una importante fuente de desarrollo y empleo si se les explota de forma cuidadosa y bien planificada. Los arrecifes coralinos brindan al hombre bienes y servicios de incalculable valor, hecho que lamentablemente no es por todos conocido y por lo tanto no se tiene siempre en cuenta a la hora de planificar el desarrollo de una



zona costera o de tierra adentro, o cuando cualquier persona causa daño directo, deliberado o no, a los corales u otros organismos de ese ecosistema.

### Requerimientos de los arrecifes

Un requerimiento fundamental para la formación de los arrecifes es la presencia de un fondo duro donde las larvas de los corales puedan fijarse y desarrollarse.

El proceso de calcificación del esqueleto de los corales a partir de la toma de carbonatos del agua de mar es estimulado por algas unicelulares que viven en simbiosis dentro del tejido del coral y que reciben el nombre de **zooxantelas** (Muscatine y Cernichiari, 1969). Dado que las algas necesitan de la luz, es por eso que el crecimiento de los corales se estima alrededor de 10 veces más rápido bajo iluminación que en la oscuridad.

La falta de luz en las profundidades limita la existencia allí de corales **hermatípicos**, que quiere decir formadores de estructuras arrecifales (los que no las forman se llaman **ahermatípicos** y son típicos de aguas oscuras o profundas). De esta forma, la profundidad límite de la parte profunda de los arrecifes dependerá de la transparencia del agua del lugar. Por debajo de los 20 a 30 m, el crecimiento de los corales se hace muy lento. Como dato interesante, en los corales ramificados, el crecimiento en longitud de las ramas es de aproximadamente 7 a 10 cm por año (Hulm *et al.*, 1993), mientras que los masivos incrementan su diámetro más lentamente a razón de más o menos 0,2 a 1.6 cm por año (Connell, 1973; Bosscher y Meesters, 1992; y otros autores en Hernández-Delgado, 1996).

Los arrecifes necesitan aguas agitadas o constantemente renovadas para que los organismos inmóviles puedan alimentarse y llevar a cabo sus funciones fisiológicas.

El margen óptimo de temperatura de los corales pétreos es de 20°C a 30°C (Wilkinson y Buddemeier, 1994). Excepcionalmente, en los cayos de la Florida, soportan 18°C. Cuando ocurre un incremento de aproximadamente 2°C por encima de los máximos locales habituales suele aparecer la enfermedad llamada "blanqueamiento de corales", de la que se hablará más adelante.

Aparte de una buena iluminación y temperaturas cálidas y poco variables, este ecosistema tolera salinidades entre 25 y 40‰ (Wilkinson y Buddemeier, 1994), y le son óptimas las cercanas a las del océano (aproximadamente 34,5-36,5‰). Si la salinidad cae por debajo de 20‰ durante 24 horas, los corales y otros organismos del arrecife mueren. Este tipo de caídas violentas de salinidad ocurren asociadas a lluvias torrenciales de tormentas tropicales.

El mejor desarrollo de los arrecifes se ha observado bajo niveles de sedimentación (Wilkinson y Buddemeier, 1994), inferiores a 5 mg/cm<sup>2</sup>/día. Cuando ésta excede de 10 mg aparecen evidencias de deterioro de los corales, si es mayor que 15 mg el daño se hace drástico. La cantidad de sedimentos suspendidos no debe exceder de un miligramo por litro (Pastorok y Bilyard, 1983; Cintrón García y Geraldés, 1994). Esto debe ser tenido muy en cuenta en las actividades de dragado y vertimiento de sedimentos en el mar y las playas.

Los arrecifes coralinos no se desarrollan en las porciones orientales de los océanos Pacífico y Atlántico en parte debido a que ahí las aguas sufren enfriamiento a causa de afloramientos de aguas profundas. Estos afloramientos acarrear aguas frías y fértiles de las profundidades (ricas en nutrientes minerales de nitrógeno y fósforo), que producen densos florecimientos de plancton

que disminuyen la transparencia del agua y, por tanto, la intensidad de la luz. Además, esta fertilidad favorece al desarrollo de algas en el fondo en detrimento del espacio disponible para los corales.

La concentración de nutrientes en los arrecifes debe ser baja (Wilkinson y Buddemeier, 1994). Los niveles de sales disueltas de fósforo en el agua de los arrecifes no debe sobrepasar los 0,1 ó 0,2  $\mu\text{moles/l}$ , y las de nitrógeno (nitratos más nitritos), no más de 1,0  $\mu\text{mol/l}$ , que son los umbrales de concentración por encima de los cuales se produce un dominio de las algas del fondo en detrimento de los corales (Lapointe *et al.* 1992).

En el Atlántico suramericano los arrecifes son muy escasos y están ausentes en largos tramos a causa de la influencia negativa del fuerte escurrimiento de agua dulce y de sedimentos de los ríos Amazonas y Orinoco.

### **Un poco sobre funcionamiento de los arrecifes**

En el medio marino, el arrecife coralino es considerado el ecosistema más rico en especies, lo que lo sitúa en segundo lugar después de la selva tropical lluviosa (recuérdese que los arrecifes albergan la cuarta parte de las especies del mundo). Igualmente, se distingue por su elevada productividad biológica y una constancia comparativamente mayor de la composición en especies y de la organización de sus comunidades que en otros ecosistemas marinos costeros.

Si bien la existencia de los arrecifes coralinos data de 230 millones de años atrás, los arrecifes actuales son el producto de una historia evolutiva de alrededor de 6000 años posteriores al fin de la última glaciación (Goreau, 1992), que se ha caracterizado por un paulatino incremento del nivel del mar. La mayoría de los géneros de corales pétreos actuales existen desde los tiempos del Cretáceo o del Terciario Temprano. Estos géneros han soportado los dramáticos cambios de temperatura y nivel del mar de las oscilaciones climáticas del Plioceno y Pleistoceno con bajas tasas de extinción. Del mismo modo, las comunidades arrecifales han sido capaces de restablecerse después de las sucesivas glaciaciones. Por ello puede inferirse que a escala de tiempo geológica (del orden de miles o millones de años) los arrecifes son ecosistemas robustos adaptados a cambios climáticos repetidos. Ahora bien, estos cambios han ocurrido con una lentitud suficiente como para permitir un ajuste adaptativo de los miembros de la comunidad coralina, lo que se traduce en lo que podemos llamar sucesivos períodos estabilidad relativa del ambiente a escala de tiempo ecológica (escala referida a los tiempos de vida del orden de magnitud de decenas de años o menos).

Esta larga historia evolutiva de los arrecifes, bajo condiciones de una relativa constancia o gran lentitud en la variación del clima, ha conducido a la gran diversidad de especies, de adaptaciones y de interacciones biológicas de los seres vivos presentes. Este ininterrumpido proceso de ajuste evolutivo ha traído consigo una gran eficiencia en la economía del funcionamiento de los arrecifes.

Los estimados de su productividad primaria bruta son de 300-5000  $\text{gC/m}^2/\text{año}$  (Lewis, 1977). Esa elevada productividad está casi balanceada por la actividad de los organismos consumidores que retiran entre el 95 y el 98%. Como la producción neta (la que queda) es tan pobre (2 a 5%), es por eso que no se puede extraer mucha materia orgánica (pesca, colecta) sin causar daño al arrecife (Birkeland, 1987). Ese no sería el caso de otros ecosistemas

costeros que producen más excedentes por su menor eficiencia, como los estuarios y lagunas costeras.

La elevada eficiencia (baja entropía) de los arrecifes saludables y balanceados se refleja en una gran efectividad en la toma y reciclaje de carbono, nitrógeno y fósforo, así como en un cociente producción/respiración cercano a la unidad, que indica una gran aproximación al clímax metabólico, o lo que es lo mismo, un alto grado de madurez estructural y funcional. Esa relación es mayor que 1 cuando hay exceso de nutrientes minerales de nitrógeno y fósforo con una consecuente producción vegetal excesiva y una exportación de excedentes de esa producción. El cociente es menor que 1 si predominan los procesos respiratorios (respiración vegetal y animal, y descomposición microbiana) sobre los de producción vegetal, que refleja una importación excesiva de materia orgánica.

La tasa de calcificación de los arrecifes coralinos se estima que varía entre 0,3 y 12 kg de  $\text{CO}_3\text{Ca}/\text{m}^2/\text{año}$ , y en la mayoría de los casos, de alrededor de 4 kg. El crecimiento vertical se ha estimado por unos con un valor promedio de 0,3 cm/año. El mayor valor fue encontrado por MacIntyre *et al.* (1977) en el Arrecife Alacranes de México. El promedio se estima de 1,2 cm/año.

Las relaciones simbióticas mutualistas que se establecen entre las algas (incluidas las mencionadas zooxantelas) y los corales pétreos, entre los gorgonáceos y las esponjas, así como entre otros animales del arrecife, crean como una especie de unidades altamente integradas que aumentan la eficiencia del reciclaje del carbono, nitrógeno y fósforo dentro del arrecife. Tomando los corales como ejemplo, éstos se ven beneficiados porque las algas simbióticas contribuyen a la formación de sus esqueletos, aportan alimento orgánico sintetizado por ellas (que contienen carbono, nitrógeno y fósforo, como glicerol, glucosa y alanina) y oxígeno. Por su parte las algas encuentran soporte y reciben desechos metabólicos del coral, que también contienen compuestos de carbono, nitrógeno y fósforo como el amonio (Gladfelter, 1983). Adicionalmente, el coral se alimenta de pequeños animales del plancton que le aportan compuestos ricos en nitrógeno y fósforo. De esta forma, el coral junto con las zooxantelas puede ser visto como un organismo **politrófico** (que quiere decir, del latín: varios tipos de alimentación) donde convergen: la alimentación autótrofa (que es la realizada por las algas simbióticas), la herbívora (al alimentarse de los productos de las algas) y la carnívora (Gladfelter, 1983).

Como vemos, esta simbiosis mutualista permite el uso y reuso de los elementos y compuestos necesarios para el crecimiento vigoroso de esos animales, incluso en condiciones de bajas concentraciones de nutrientes y de plancton (organismos vivos, generalmente muy diminutos, suspendidos en el agua) como es corriente en los mares tropicales. Por ello, algunos arrecifes llegan a ser energéticamente autosuficientes al estar tremendamente organizados para usar, almacenar y reciclar las sustancias del agua circundante.

Aunque para algunos parezca paradójico, contrariamente a un difundido "dogma" que reza "crea diversidad y tendrás estabilidad", las investigaciones recientes tienden a demostrar que, a pesar de su gran diversidad de especies, los arrecifes son dinámicamente frágiles (cambian fácil y rápidamente bajo la acción de un disturbio) y poco elásticos (demoran en regresar a su estado inicial después de cesar el disturbio) en comparación con otros ecosistemas costeros (manglares, pastos marinos, lagunas costeras).

La existencia del arrecife coralino parece deberse más a las condiciones ambientales comparativamente menos fluctuantes en que se desarrolla que a una supuesta estabilidad generada por la diversidad de especies y de interacciones biológicas. Esto no niega que lo último también influye, pero no como causa primaria, pues sin una relativa constancia ambiental no se generaría una elevada diversidad de especies, ni de interacciones, ni de mecanismos de regulación interna (homeostasis).

Lo anteriormente dicho se comprende si se tiene en cuenta que por lo general en los arrecifes abundan comparativamente especies con bajas tasas de crecimiento y de reproducción, con bajas densidades de población en condiciones de equilibrio, y con mayor longevidad (sobre todo en las partes más profundas del arrecife). Por esta razón, un disturbio de gran magnitud y duración provoca daños que pueden durar decenas de años en repararse una vez desaparecida la causa. El daño puede llegar a ser irreversible, sobretodo cuando se trata de aquellos inducidos por el hombre, para los cuales el arrecife no está "programado" para reaccionar favorablemente. Los arrecifes son vulnerables a tenses (factores estresantes) de bajo nivel pero que operan de forma continua o crónica como los inducidos por el hombre.

Sin embargo, cierto grado de disturbio intermedio de carácter natural, como eventos esporádicos de gran intensidad, con los cuales los arrecifes han evolucionado normalmente, contribuye a mantener una mayor diversidad de especies y los revitaliza al impedir que especies competitivamente poderosas monopolicen el espacio (Connell, 1978). Así se crea un abigarrado y complejo mosaico formado por distintas fases de desarrollo de la comunidad y por lo tanto con diferente composición y dominancia de especies. Por otro lado, estos eventos meteorológicos son determinantes en el transporte de materiales (fragmentos de corales vivos y muertos, y sedimentos), de ahí que influyan en la forma y el crecimiento de los arrecifes.

Disturbios de este tipo son las tormentas y los ciclones para los cuales los arrecifes, como los sistemas cibernéticos, sí están programados para coexistir y funcionar. Sin embargo, la interferencia humana puede impedir que los arrecifes afectados por estos eventos se recuperen. Esta acción conjunta reforzada de dos o más factores se conoce como sinergismo o acción sinérgica.

Donde las tormentas tropicales son más frecuentes y violentas los arrecifes son más ricos en especies pero desarrollan un menor relieve, mientras que donde son más esporádicos, presentan mayor perfil y los corales (y otros organismos sésiles) son más frágiles.

El hombre introduce fenómenos o eventos que exceden de la capacidad de respuesta fisiológica de las especies del arrecife, por su carácter crónico y novedoso, la relativa rapidez con que se imponen que impide una evolución adaptativa, su intensidad, su frecuencia, o combinaciones de estas características.

### **Factores que afectan a los arrecifes coralinos**

Entre los factores que afectan a los arrecifes pueden mencionarse:

- \* **Contaminación.** La existencia de arrecifes responde a un delicado balance entre el crecimiento de los corales pétreos y el de las algas, que en condiciones normales favorece a los primeros. Por este motivo la contaminación orgánica es tan nociva para este ecosistema. La fertilización del agua producida por la agricultura, albañales, plantas procesadoras de alimentos, criaderos de ganado, etc. trae consigo una catastrófica

proliferación de algas y una consecuente declinación de la cobertura por corales (Marszalek, 1981). La fertilización también perjudica a los arrecifes al disminuir los niveles de iluminación a causa de la proliferación del fitoplancton. Esto induce un cambio en el patrón de zonación de las especies en relación con la luz.

No debe dejarse de mencionar el daño que produce la contaminación por sustancias tóxicas como pesticidas, herbicidas, ácidos, metales pesados, hidrocarburos y sus derivados, etc. sobre la fisiología, reproducción, crecimiento y supervivencia de los organismos del arrecife. En varios países, pescadores inescrupulosos usan venenos para pesca (cloro, rotenona, cianuro, quinaldina, etc.). En quince países se ha registrado el uso ilegal de cianuro con este fin.

El crecimiento exuberante de algas conduce a un acelerado cubrimiento del sustrato duro disponible, impidiendo la fijación de las larvas de los corales, y afectan también a los corales ya existentes mediante sofocación, daño mecánico (abofeteo) e interferencia en la captación de la luz. Naturalmente, los corales jóvenes son los más afectados y, una vez muertos, se convierten en sustrato duro disponible, no para otros corales o animales fijos, sino para las algas que siendo ya abundantes generan más elementos reproductivos y tienen ventaja competitiva en la ocupación del espacio. Otros competidores de consideración que también se ven favorecidos por la fertilidad del agua son las esponjas que toman ventaja de la gran producción de fitoplancton (plancton vegetal).

Otro factor dañino, por favorecer la proliferación de algas, es la eliminación o disminución de las poblaciones de especies herbívoras por sobrepesca o epidemias masivas. La pandemia que causó la virtual desaparición del erizo negro *Diadema antillarum* en prácticamente todo el Caribe a partir de 1983 hasta 1985, inclusive, es un ejemplo elocuente. En parte, a consecuencia de ello, las algas están desplazando a los corales de varios arrecifes de las Antillas. Se sospecha que la causa de esa enfermedad es un agente patógeno que alcanzó la zona del Caribe a través del Canal de Panamá, ya que los primeros arrecifes afectados fueron los de ese país.

- \* **Sobrepesca.** La sobrepesca de peces herbívoros tales como los escáridos (loros) y acantúridos (barberos) ha producido una explosión de algas en los arrecifes de algunos países del Caribe como Jamaica. En este país la situación se ve agravada por la mencionada mortalidad del erizo negro y por el efecto fertilizador de la contaminación orgánica.
- \* **Sedimentación.** La sedimentación es otro enemigo mortal de los arrecifes cuando excede de la capacidad de los corales de quitarse de encima los sedimentos. El gasto de energía que implica la producción del moco o mucílago que se emplea en la remoción de los sedimentos va en detrimento de la velocidad de crecimiento del coral. Este factor también afecta su alimentación y respiración. Este es uno de los disturbios más ampliamente distribuidos e intensos de los producidos por el hombre. Son incontables las pruebas existentes sobre destrucciones de arrecifes a causa de la sedimentación inducida por la deforestación de manglares y de bosques de tierra adentro, dragados, alimentación artificial de playas, construcciones costeras y explosiones de las prácticas militares.

\* **Alteración de la trama trófica.** La alteración de la composición y las proporciones de abundancia de las especies de las comunidades arrecifales, a causa de una pesquería muy dirigida hacia especies determinadas, puede alterar la intensidad del herbivorismo en el arrecife. La pesca excesiva de peces carnívoros como tiburones y barracudas puede favorecer el aumento excesivo de la cantidad de herbívoros, lo que provocaría una excesiva disminución de la vegetación, efecto contrario al que vimos anteriormente. No obstante, la pesca puede sustituir la acción de esos depredadores. Si este herbívoro beneficiado fuera el mencionado erizo negro, se incrementaría considerablemente la erosión del fondo rocoso del arrecife y de las bases de los corales, ya que ese animal se alimenta raspando fuertemente la roca con sus poderosas mandíbulas. Por otro lado, este raspado indiscriminado eliminaría a los corales y otros organismos recién fijados en el fondo. Una variación de la abundancia del erizo negro puede tener resultados muy diferentes según el sentido en que esta ocurra. Realmente, el efecto de la supresión o disminución, o aumento de la población de una especie puede resultar impredecible dada la complejidad de las redes alimentarias y de otros tipos de interacciones biológicas incluidas las establecidas por el hombre.

\* **Daño mecánico y extracción.** El daño mecánico a los arrecifes es también muy común. Ejemplos de ello son los encallamientos de embarcaciones; desprendimientos y lastimaduras causados por anclas, propelas, explosiones, y actividades subacuáticas típicas de zonas turísticas; y las extracciones de organismos por parte de aficionados al mar, colectores de piezas de ornato o souvenirs, y colectores con fines lucrativos.

En algunos países, como Las Islas Maldivas, se comete el grave error de utilizar los corales como material de construcción. Los arrecifes dañados por esta actividad minera no se han recuperado al cabo de 30 años. En otros, como Filipinas, se utilizan ilegalmente explosivos (dinamita) para pescar. Alrededor de 40 países tienen problemas con el uso de dinamita con fines pesqueros (Hulm *et al.*, 1993).

\* **Enfermedades.** Igualmente afectan a los arrecifes coralinos diferentes enfermedades que atacan a los corales pétreos, como el ya referido **blanqueamiento de corales**, la **banda negra**, la **banda blanca**, **plaga blanca**, **viruela blanca** y otras recientemente descubiertas. La primera ataca a prácticamente a todas las especies produciendo una especie de desteñimiento parcial o total que puede dejar la parte afectada completamente blanca. El coral puede morir o recuperarse. La mayoría de los corales blanqueados por primera vez se recuperan pero al repetirse la enfermedad su supervivencia se hace menos probable (Woodley, 1995). Esta enfermedad se manifiesta por la pérdida o expulsión masiva de las zooxantelas simbiotas, a causa de factores de estrés como incremento de la temperatura, rayos ultravioletas, sedimentación, y bajas salinidades. Las epidemias recientes de blanqueamiento de corales suelen atribuirse a incrementos sostenidos o marcados de temperatura (anormalmente elevadas o picos prolongados en verano) a veces asociados a los eventos de "El Niño". Otros consideran que se produce cuando después de un largo período con aguas turbias de pronto sigue una temporada de aguas tranquilas, transparentes, escasa nubosidad y altas temperaturas (Goreau, 1992; Hernández-Delgado y Alicea-Rodríguez, 1993a). Ello se explicaría porque al ser las aguas turbias con iluminación disminuida se produce como compensación un aumento de la cantidad de zooxantelas y de clorofila dentro del coral aumentando la intensidad de la fotosíntesis, y luego, al incrementarse de pronto la intensidad luminosa, ese alto nivel de fotosíntesis se hace nocivo

por el exceso de producción de oxígeno lo que intoxica al coral. Esto último parece suceder sólo bajo condiciones de altas temperaturas. Algunos científicos piensan que el exceso de oxígeno desintegra el tejido de la superficie del coral y el movimiento del agua va desprendiendo las zooxantelas con la consecuente decoloración. Otros sugieren la hipótesis de que ocurre una expulsión activa de las algas. Los mayores eventos de blanqueamiento en la región del Gran Caribe ocurrieron entre 1987 y 1991, y en 1995.

La banda negra ataca a corales masivos y es producida por una asociación de una cianofícea con una bacteria que infecta a las colonias dañadas (Dustan, 1977; Rützler y Santavy, 1983; Richardson *et al.*, 1997). Esta enfermedad se manifiesta, como su nombre lo dice, a manera de una banda negra estrecha que queda delimitando la parte sana de la colonia de la muerta que queda blanqueada y va siendo colonizada por algas. La banda blanca afecta a los corales ramificados como el "orejón" y el de "tarritos de venado" empezando desde la base hacia arriba. La plaga blanca produce blanqueamiento en forma de manchas ubicadas al azar sin daño al esqueleto, mientras que en la viruela blanca aparecen manchas parecidas pero con el esqueleto desgastado en la superficie. Hay evidencias de varios autores que apuntan a bacterias como agentes causales de las enfermedades banda blanca y plaga blanca (The Coral Disease Page -The Offline Version; file:///M|/Coral Disease HP/coraldis.htm).

- \* **Rayos ultravioletas.** Un incremento de la intensidad de los rayos ultravioletas como resultado del adelgazamiento de la capa de ozono quizás no afecte mucho a los corales adultos ya que estos se adaptan intensificando su pigmentación o habitando fondos más profundos, pero sus larvas sí serían afectadas (Wilkinson, 1992) al igual que las de otros organismos del arrecife. Existe aún controversia sobre la posible influencia de los rayos ultravioletas sobre el blanqueamiento de los corales.
- \* **Ciclones y frentes fríos.** Los ciclones y frentes fríos afectan la dinámica normal de los arrecifes coralinos sólo cuando están presentes terceros factores antropogénicos o según Wilkinson (1992), cuando los ciclones son muy frecuentes o persistentes.
- \* **Cambio climático.** Se discute mucho acerca de los efectos del cambio climático global sobre los arrecifes. Se va llegando a un consenso (Smith y Buddemeier, 1992; Hulm *et al.*, 1993; Wilkinson y Buddemeier, 1994; Gross, 1998) de que el cambio climático afecta a los arrecifes a través de:
  - \* incrementos de la temperatura con la consecuente aparición de la enfermedad de blanqueamiento de corales;
  - \* incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, lo que reduce las tasas de calcificación de los corales y de las algas calcáreas;
  - \* mayor frecuencia e intensidad de ciclones, y cambio en los patrones de lluvias;
  - \* incremento de la sedimentación y de la concentración de nutrientes en el agua a causa de una mayor erosión costera y escorrentía desde tierra firme; y
  - \* Disminución de la capa de ozono con el consecuente aumento de la intensidad de los rayos ultravioletas.

- **Pastos marinos**

Los pastos marinos, conocidos en Cuba como seibadales, son fondos de sedimentos no consolidados con desarrollo de yerbas marinas (fanerógamas, plantas vasculares con raíces) y algas. Las yerbas que se encuentran principalmente son *Thalassia testudinum* (conocida como seiba, o ceiba, o hierba de tortuga), *Syringodium filiforme* (hierba de manatí) y *Halodule wrightii*, predominando en Cuba y en todo el Caribe, la primera de ellas (Suárez, 1984; Phillips y Meñez, 1988).

Éstas son plantas acuáticas superiores que viven sumergidas en el agua con diferentes grados de salinidad. Poseen un sistema de raíces llamado rizoma rastrero del cual nacen raicillas y tallos cortos con hojas verdes alargadas. Colonizan extensas áreas pues se reproducen vegetativamente, o de forma sexual, desarrollando flores y frutos. Estos frutos producen semillas que son dispersadas por las corrientes marinas que al encontrar condiciones favorables dan lugar a una nueva planta que crecerá formando una nueva pradera (Phillips, 1960; Gallegos, 1995, CARICOMP, 1997).

Además de las fanerógamas se encuentran con frecuencia algas, principalmente de las llamadas algas verdes (clorofíceas) del Orden Caulerpales, aunque se pueden encontrar algas pardas (feofíceas) y rojas (rodofíceas), en muchos casos epifitando las hierbas marinas (Suárez, 1984).

### **Importancia de los pastos marinos**

Los pastos marinos constituyen el biotopo más extendido de nuestra plataforma insular (más del 50%), sobre todo en las noroccidentales y sudoccidental (Buesa, 1974a y b; Jiménez, 1990), y menos en la sudoriental. Son los productores primarios más importantes en las zonas costeras. Sus tasas de productividad son comparables con las de plantaciones muy productivas, como son los cereales (trigo, soya). Por ello son la principal vía de entrada de la energía que garantiza la gran productividad biológica y pesquera en nuestra plataforma. Además regulan la concentración de oxígeno y gas carbónico en el mar. Otra vía por la que estas especies contribuyen a la cadena alimentaria es que cuando sus hojas mueren, caen al fondo y se descomponen, formando detrito, de la cual se nutren numerosos pequeños organismos tales como bacterias, protozoos, hongos y crustáceos que posteriormente servirán de alimento a otros mayores. Además, las fanerógamas secretan nutrientes y materia orgánica disuelta al agua que ayudan al mantenimiento de todo el ecosistema. Se ha comprobado que los pastos marinos constituyen una fuerte reserva ecológica de materia y energía en forma de biomasa, parte de la cual es exportada a los arrecifes y al océano lo que aumenta la productividad de éstos (Wood *et al*, 1969; Patriquin, 1973, Zieman, 1975a y 1986; Phillips, 1980; Phillips y Meñez, 1988; Alcolado, 1990).

Desde el punto de vista físico, funcionan como estabilizadores de los sedimentos ya que sus raíces atrapan el sedimento y protegen a la costa contra la erosión y a los arrecifes coralinos contra la sedimentación. Además los pastos marinos son capaces de resistir la fuerza del mar ante huracanes y tormentas, protegiendo la costa y los ecosistemas aledaños, y se recuperan con cierta facilidad por la fuerza de sus raíces (Tussenbroek, 1994).

La mayoría de las playas cubanas poseen una arena constituida en un alto porcentaje por restos de organismos vivos que habitan en estos pastos (algas calcáreas, por ejemplo,



*Halimeda* spp., conchas de moluscos y de foraminíferos). Esta arena es trasladada por las corrientes marinas hacia otras zonas, por lo que las playas mantienen su configuración a partir de la reproducción de estos organismos. Al destruir los pastos se elimina la posibilidad de que las playas mantengan su arena en las condiciones que se encontraban y sufrirán erosión.

Por otra parte constituyen zonas de reclutamiento, cría, refugio y alimentación de muchas especies, algunas de las cuales pasan toda su vida en ellas, mientras que otros solamente viven en su etapa de juveniles. Esto sucede porque que son proveedoras de múltiples vías de alimentación y de una gran variedad de microhábitats (en la superficie del tallo y las hojas, sobre o dentro de los sedimentos y en el agua sobre o entre las hojas (Gordon *et al.* 1978). Muchos de estos animales son de interés comercial y recreacional.

Los pastos marinos sirven como indicador primario de la calidad del agua (Lapointe *et al.* 1994; Wood, 1995; Tomasko *et al.*, 1996).

### **Requerimientos de los pastos marinos**

Los pastos marinos tienen considerable tolerancia y elasticidad ante muchos factores de estrés, hasta cierto límite. Los tres elementos principales que determinan la presencia de pastos marinos son: la presencia de un sustrato de sedimentos no consolidados que varían desde fangoso hasta de grava; régimen hidrodinámico no severo (protegido del fuerte oleaje); y acceso a una cantidad suficiente de luz solar (aguas transparentes) (Phillips y Meñez, 1988).

Las especies de fanerógamas marinas toleran un amplio margen de salinidad y temperatura lo que depende de la persistencia de las condiciones extremas. *Thalassia testudinum* posee un intervalo óptimo de salinidad para su desarrollo entre 20 y 35 ‰ (Phillips y Meñez, 1988), aunque se le ha encontrado en salinidades hasta de 64‰ en zonas muy salinizadas de la costa nortede Ciego de Ávila y Camagüey (en bajas densidades y con una coloración pardusca poco usual). *Halodule wrightii* es una especie de alta tolerancia, se encuentra entre 10 y 60 ‰, y *Syringodium filiforme* es la más estenohalina (de estrecho margen de tolerancia). No obstante, se ha encontrado que a partir de 37‰ comienza a disminuir drásticamente el número de especies del macrobentos (tanto algas como invertebrados) en los pastos marinos (Martínez-Daranas *et al.*, 1996; Alcolado *et al.* en prep.)

En cuanto a la temperatura, se ha demostrado que ambas especies poseen una amplia tolerancia, ya que sobreviven a temperaturas entre 7 y 32°C. *Thalassia* posee un gradiente en la respuesta adaptativa en las diferentes latitudes a la temperatura que le permite sobrevivir a cambios más amplios en el norte del Golfo de México (entre 17 y 30°C e incluyendo heladas), mientras que las poblaciones del Caribe oriental poseen un intervalo más estrecho de tolerancia (23-30°C) (Phillips y Meñez, 1988).

Bajo distintas combinaciones de los valores de los factores antes mencionados existirán pastos marinos con diferentes especies de yerbas y algas, desarrollo foliar (largo, ancho y número de hojas por planta), densidad de población de sus vástagos, y niveles de productividad (Zieman, 1975a, 1975b, 1986; Zieman *et al.*, 1989; Martínez-Daranas, 1996; Durako, en prensa).

### **Un poco sobre el funcionamiento de los pastos marinos**

Las yerbas marinas, tal como lo hacen las fanerógamas terrestres dependen de los nutrientes del suelo, aunque también toma cierta cantidad del agua (McRoy y Lloyd, 1981). Ellas

prosperan mejor en fondos anaerobios ricos en nutrientes, protegidos del oleaje y de aguas transparentes, como sucede en zonas bajas rodeadas por manglares, donde los pastos son muy densos y de hojas largas. En condiciones más drásticas como áreas más agitadas, fondos de gravas o arena gruesa, y por lo tanto pobres en nutrientes, las hojas son más cortas y el pasto es más malo.

Los elevados requerimientos de luz hacen que, por ejemplo, *Thalassia testudinum* raramente se desarrolle a más de 11 metros de profundidad. Tampoco crece, y si existe muere, en aguas poco profundas donde las aguas son turbias por la contaminación orgánica (eutroficación) o por una elevada carga de sedimentos suspendidos. De hecho, hay lugares en Cuba donde habiendo condiciones de protección y de calidad del sedimento no existen pastos incluso a profundidades tan bajas como 2 metros, debido a la falta de luz. El crecimiento excesivo de algas sobre las hojas, al limitar el acceso de la luz, también afecta a las yerbas marinas. Esto último ocurre en las áreas contaminadas por materia orgánica o por exceso de nutrientes primarios (sales de fósforo y nitrógeno) (Lewis y Estévez, 1988; Martínez-Daranas *et al*, 1996).

Los pastos, según la especie, toleran diferentes límites de salinidad y temperatura del agua. *Halodule wrightii* es la más resistente a las amplias fluctuaciones de esos factores, por eso aparece en zonas de condiciones más extremas como las bahías de los Perros y Jigüey (en la costa norte de Ciego de Ávila y Camagüey), y en los médanos muy bajos (Martínez-Daranas *et al*, 1996).

Los pastos tienden a desarrollarse más cuanto mayor es el espesor de la capa de sedimentos. Estos pueden alcanzar una producción de hojas de hasta 10 gramos de hojas (en peso seco) por metro cuadrado por día. En las estaciones de monitoreo del proyecto CARICOMP, se han encontrado valores de producción de hojas de *Thalassia* que generalmente oscilan entre 0.8 y 3.5 g/m<sup>2</sup>/día (CARICOMP, 1997).

Según las condiciones del medio, existen pastos puros formados por sólo una especie de yerba, o mixtos en diferentes combinaciones de especies. Generalmente la sucesión del desarrollo de un pasto marino empieza con algas y luego aparece la yerba manatí (*Syringodium filiforme*). Posteriormente aparece *Thalassia* mezclada con la especie anterior y, a medida que pasa el tiempo, se llega a una fase final ("clímax") donde esta última monopoliza el pasto. *Halodule wrightii* se considera además una especie pionera que desaparece al estabilizarse las condiciones ambientales, y es reemplazada por *Thalassia testudinum* (Gallegos, 1995).

### **Factores que afectan a los pastos marinos**

Los factores que más impactan negativamente a los pastos marinos son:

- \* Insuficiente iluminación. Los factores que más afectan a los pastos marinos son aquellos que producen una disminución de su acceso a una cantidad suficiente de luz. Entre éstos pueden mencionarse, en primer lugar, la sedimentación crónica. Por un lado, los sedimentos se depositan sobre las hojas, y por otro disminuyen la transparencia del agua al resuspenderse, lo que impide la absorción de la luz necesaria para la fotosíntesis).
- \* Contaminación. La contaminación orgánica o por sales nutrientes es otro de los factores más críticos para la salud de los pastos. El efecto de fertilización excesiva del agua conduce a un exagerado desarrollo de plancton lo que reduce la transparencia del agua y por lo tanto la cantidad de iluminación necesaria. También se incrementa la proliferación de algas

epífitas que crecen sobre las hojas creando una pantalla que interfiere la captación de la luz por la planta y conducir a su muerte (Silberstein *et al.*, 1986).

- \* Variaciones de salinidad. El incremento excesivo de la salinidad a causa de obras como diques en tierra y carreteras sobre el mar aniquila a los pastos marinos, de la misma manera que la presencia crónica de aguas de muy baja salinidad. *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* no toleran salinidades permanentes mayores de 60 y 40‰, respectivamente. *Halodule wrightii* tolera hasta 72‰ (Phillips y Meñez, 1988).
- \* Aumento de la temperatura. El aumento de la temperatura a causa de sistemas industriales de enfriamiento y alteraciones del patrón de circulación también pueden causar afectaciones de consideración. En las localidades que existen plantas termoeléctricas, se ha observado que la elevación de la temperatura en 5°C sobre la normal del ambiente, *Thalassia*, *Halodule*, *Syringodium* y todas las algas perecen.
- \* Pérdida de protección contra el oleaje. La destrucción de los arrecifes provoca erosión del pasto al cesar la protección que éstos brindan contra el oleaje.
- \* Cambios en los sedimentos. Por otra parte, los cambios en la textura de los sedimentos producen cambios notables en el desarrollo de los pastos, siendo nocivos si la tendencia de cambio es hacia un fondo fangoso donde la resuspensión de los sedimentos producen los efectos mencionados.
- \* Daños mecánicos directos. Los dragados, rellenos, motores de propelas, rastreos pesqueros y construcciones causan destrucción mecánica directa de los pastos. Los bordes de las áreas afectadas quedan expuestos a la acción del oleaje y las corrientes, de modo que la extensión del daño se incrementa sobre todo durante las tormentas y ciclones.

En muchas zonas de desarrollo agrícola se realizan obras para preparar el terreno, lo que ocasiona la erosión de sedimentos, detrito y nutrientes, que pueden ocasionar altas entradas de energía a los estuarios y zonas costeras. Además, el desvío o represamiento de las fuentes de abasto de agua pueden disminuir el aporte de agua dulce y nutrientes a estos sistemas. Ambas acciones pueden producir cambios no deseables en la dinámica y productividad de los pastos marinos, así como una disminución de la diversidad de especies, incluso de interés económico.

- **Fondos fangosos**

Como su nombre lo indica el biotopo fangoso o fanguizal está formado por sedimentos en que predomina la fracción fangosa (arcilla o limo). De acuerdo a la granulometría y la hidrodinámica local, los fangos pueden ser más o menos blandos o compactos, llegando a ser casi "líquidos" cuando son pelíticos (diámetro promedio muy pequeño). La falta de luz, la sedimentación excesiva y la "liquidez" del fondo suelen ser las causas que impiden el desarrollo de las yerbas marinas.

Los fangos "líquidos" son menos propicios para el desarrollo del bentos que los más compactos y estables. Si bien su diversidad de especies es comparativamente baja, su productividad neta (explotable) es muy alta cuando se trata de fondos fangosos de origen natural. Cuando se trata de pastos marinos degradados y convertidos en fondos fangosos la situación es diferente. El ambiente de los fondos fangosos como regla es fluctuante e impredecible, y además se caracteriza por un régimen hidrodinámico débil.

---

### **Importancia de los fondos fangosos**

Los fondos fangosos saludables son altamente productivos y constituyen una fuente de importantes recursos pesqueros como camarones, jaibas y gran variedad de peces. El biotopo fangoso mediante la descomposición de materia orgánica que produce e importa, genera y exporta nutrientes a otros ecosistemas marinos. Además, es fuente de genofondo silvestre para el mejoramiento del cultivo de camarones, lisas, etc. Si bien el biotopo fangoso no es considerado generalmente como área ecológicamente sensible, este debe ser explotado de forma sostenible como recurso de muy alta productividad pesquera.

### **Requerimientos de los fondos fangosos**

Este tipo de fondo debe su existencia a la conjunción de condiciones hidrodinámicas muy débiles que favorecen al proceso de sedimentación sobre el de transporte, y por una limitación de la luz disponible que impide o limita drásticamente el desarrollo de la vegetación marina. La alta producción de detrito por los manglares también pueden contribuir notablemente a la fracción fangosa. En ciertos casos, como algunos canales de marea, el fondo está desprovisto de pastos marinos a pesar de haber luz suficiente debido a la resuspensión frecuente de los sedimentos producida por fuertes corrientes.

### **Factores que afectan a los fondos fangosos**

Entre los factores más importantes que afectan a los fondos fangosos pueden mencionarse:

- \* Contaminación. La contaminación orgánica o con sales nutrientes es uno de los factores antropogénicos más comunes en los fondos fangosos, debido a que éstos generalmente están asociados a zonas muy cercanas a la costa y ríos. Esto conduce a una eutroficación que causa una excesiva acumulación de materia orgánica en el fondo aumentando considerablemente la demanda biológica de oxígeno. El sedimento se hace excesivamente anóxico y cargado de ácido sulfídrico, llegando a afectar la columna de agua y a eliminar totalmente la macroflora y la macrofauna, y por tanto a reducir drásticamente la productividad local (hipertrofia). De igual manera estos fondos se encuentran afectados o amenazados por la contaminación por sustancias tóxicas.
- \* Arrastres pesqueros. Los arrastres pesqueros de camarón y bivalvos destruyen la estructura funcional estratificada del sedimento y la capa mucosa microfitobentónica y bacteriana de gran valor alimentario y estabilizador de la superficie). Por eso los arrastres deben espaciarse suficientemente en el tiempo para permitir una recuperación de las propiedades del fondo y del recurso explotado.
- \* Salinidad, temperatura y granulometría. También son muy susceptibles a cambios de salinidad, temperatura, granulometría, entre otros, que pueden ser provocados por construcciones tales como represas, diques, carreteras sobre el mar. Estos cambios se traducen en transformaciones en la cantidad y calidad de los recursos de este biotopo.
- \* Eventos meteorológicos de gran intensidad. Los ciclones y tormentas modifican considerablemente el perfil y características físicas de los fondos fangosos, así como a sus comunidades. Sin embargo éste ecosistema por su carácter física y biológicamente dinámico está adaptado a esos tensores naturales sino está afectado por tensores antropogénicos.

Este biotopo por la mayor sencillez de sus comunidades y estructuras tróficas es quizás el más tolerante a cambios ambientales y el que más rápido se recupera una vez que cesa el disturbio.

- **Fondos arenosos**

El biotopo arenoso o arenal puede ser desde puramente arenoso hasta arenofangoso según su contenido en partículas fangosas. En Cuba la composición de la arena tiende a estar dominada por restos de algas calcáreas, de moluscos y de corales. Este biotopo se caracteriza comparativamente por su baja diversidad de especies y poca productividad. Este biotopo lo vemos en playas, médanos, bancos, depósitos en lechos rocosos y en algunas terrazas arrecifales.

### **Importancia de los fondos arenosos**

Los fondos arenosos constituyen el hábitat de especies de interés comercial (bivalvos, chuchos y rayas) y es fuente de arena para las playas y construcciones. Las playas de Cuba constituyen el principal atractivo turístico de Cuba y una importante fuente de divisas. Las dunas de las playas y las cuencas arenosas que las nutren han de ser consideradas áreas ecológicamente sensibles.

### **Requerimientos de los fondos arenosos**

Su existencia se debe a la inestabilidad producida por un fuerte hidrodinamismo (oleaje y corrientes) que limita la deposición de sedimentos fangosos y materia orgánica particulada e impide el desarrollo de yerbas marinas. La falta de luz es determinante para la existencia de fondos arenosos desprovistos de vegetación en los arenales profundos y en algunos arenales someros eutroficados.

### **Factores que afectan a los fondos arenosos**

Entre los factores que afectan significativamente a los fondos arenosos pueden mencionarse:

- \* Contaminación. La contaminación ha afectado drásticamente algunos arenales como los de la Bahía de la Habana y de los arrecifes cercanos.
- \* Dragados y extracción de arena. En algunas zonas la extracción excesiva de arena ha disminuido la extensión del biotopo lo que en algunos casos ha perjudicado a las playas cercanas (Playa de Varadero, por ejemplo). Esas acciones causan impacto directo sobre las comunidades y la integridad física del propio hábitat.
- \* Disminución de la intensidad del oleaje o las corrientes. Esta disminución aumenta el contenido de fango y puede ser provocada por obras ingenieriles.
- \* Arrastres pesqueros. El exceso de arrastres pesqueros también afecta a la flora, fauna y productividad de los fondos arenosos.
- \* Construcciones y destrucción de la vegetación. Las construcciones sobre las dunas y la destrucción de su vegetación natural son funestas para su estabilidad y existencia, con consecuencias nocivas para las playas aledañas. Numerosas playas han sido afectadas por construcciones sobre las dunas y mal manejo de éstas, así como por el aumento relativo del nivel del mar (Varadero, Playas del Este, etc.).

- \* Eventos meteorológicos de gran intensidad. Los ciclones, tormentas y frentes fríos modifican considerablemente el perfil y características físicas de los arenales, así como a sus comunidades. Sin embargo éste ecosistema por su carácter física y biológicamente dinámico está adaptado a esos tensores naturales sino está afectado por tensores antropogénicos.

- **Manglares**

Aunque los manglares son ecosistemas habitualmente estudiados por los ecólogos y los botánicos terrestres, resulta muy importante una aproximación a estos dentro del contexto marino.

El manglar es un bosque compuesto por árboles o arbustos capaces de extraer agua dulce a partir del agua de mar y que se distribuye a lo largo de zonas bajas inundadas de forma periódica o permanente por el mar, como son las orillas o cuencas bajas de la costas y de los cayos.

En Cuba las especies más comunes de mangles son:

- \* mangle rojo o colorado, de la especie *Rhizophora mangle*;
- \* mangle prieto, de la especie *Avicennia germinans*;
- \* mangle blanco, de la especie *Laguncularia racemosa*; y
- \* yana, de la especies *Conocarpus erectus*.

Estas especies aparecen ya sea formando bosques puros de una sola especie o bosques mixtos con dos o más especies. La distribución de las diferentes especies en un bosque mixto (zonación) suele presentarse a manera de bandas del mar hacia adentro, y está determinada por la gradaciones de salinidad y de la frecuencia de inundación del terreno. En esta zonación la especie más externa, o sea del lado marino, es el mangle rojo, y la más interior, donde la influencia marina ya es muy reducida, es la yana.

La distribución mundial de los manglares está determinada por la temperatura. y por su limitada tolerancia a la congelación. Por esta razón se distribuyen en la zona tropical y subtropical. El mangle prieto es el que más soporta el frío.

Los que conocen el mar han vistos variados tipos de manglares. Ya se dijo que hay manglares puros y mixtos, pero ahora se hace referencia a otra cosa. De acuerdo a las características del relieve del terreno, el grado de influencia del mar y las mareas, las disponibilidad de nutrientes y de agua dulce, etc. Pueden existir distintos tipos de manglares. No todos los especialistas dividen y denominan estos tipos de la misma forma, pero puede usarse la siguiente clasificación (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983):

- \* Manglares ribereños. Son los manglares de las orillas de los ríos. Estos suelen ser altos. A diferencia de lo que ocurre donde el suelo es muy pobre en nutrientes, el mangle rojo aquí posee muy pocas raíces aéreas ("raíces colgantes").
- \* Manglares de borde. Son los que vemos sólo bordeando a las costas protegidas tanto de tierra firme como de los cayos y médanos o bancos. Los manglares que cubren completamente a los cayos están también en este grupo. Donde escasean los nutrientes la

densidad de raíces colgantes es más alta. Este tipo de mangle forma los llamados cayos de mangle "sobrelavados" (permanentemente inundados por el mar). Estos son muy sensibles a los aumentos de salinidad por carecer de suelo fértil necesario para hacerle frente a ello. Ello parece ser la causa de la muerte extensiva que está ocurriendo en algunos manglares del norte de las provincias de Matanzas y Villa Clara.

- \* Manglares de cuenca. Son aquellos que se extienden en grandes áreas tierra adentro por tratarse de tierras muy bajas inundables. Ejemplo de ello son algunas zonas del sur de las provincias de Pinar del Río y La Habana.
- \* Manglares achaparrados. Son los manglares bajitos, que pudiéramos llamar enanos, que se desarrollan en áreas con déficit de nutrientes y/o de agua dulce. Estos suelos suelen ser de turba o de arena con poca materia orgánica. En algunos sitios los mangles no exceden de un metro de altura.

### **Importancia de los manglares**

El manglar es considerado entre los ecosistemas más productivos del planeta. Debido a su capacidad de producir gran cantidad de materia orgánica, son la base del sostenimiento de una elevada productividad pesquera y abundante vida silvestre. El manglar más productivo es el ribereño, que llega a producir tanto como 24 gramos de materia orgánica /m<sup>2</sup>/día. Luego le siguen los de cuenca (18 g) y los de borde (13 g) muy por debajo quedan los manglares achaparrados. La producción de hojarasca se produce casi en el mismo orden, con 3 a 4 g de hojarasca/m<sup>2</sup>/día en los ribereños, y alrededor de 2 g en los de borde y de cuenca (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983).

Los manglares con su intrincado sistema de raíces y abundante alimento constituyen importantes áreas de cría y refugio para muchas especies comerciales como la langosta, camarones y muchas especies de peces. Indudablemente por cada reducción que sufre un área de manglar a causa de la tala o el maltrato (contaminación, diques, rellenos de tierra, etc.) ha de esperarse una pérdida adicional de potencial pesquero.

Por otra parte el manglar protege las costas de la erosión y amortiguan los estragos de los ciclones y huracanes tierra adentro. Al evitar la erosión de la costa, evita que los fangos desprendidos por el oleaje y las corrientes enturbien el agua y que a causa de ello desaparezcan los seibadales e importantes recursos pesqueros como son las esponjas comerciales y moluscos filtradores, por ejemplo. También de esa forma se evita el daño a los arrecifes coralinos que son muy sensibles a los sedimentos y al agua turbia.

Los manglares actúan como filtro amortiguador de la contaminación proveniente de tierra adentro y de las aguas sucias y cargadas de sedimentos que son arrastradas por la lluvia, limitando su influencia negativa sobre el mar. Por ello los manglares son indispensables para la conservación de los seibadales, los arrecifes coralinos y de la calidad de las playas.

Además, el manglar aporta numerosos productos útiles para el hombre como son: madera, leña, carbón, varas, taninos, ramas que sirven de soporte para el cultivo de ostión, y medicinas (por ejemplo, el cocimiento de raíz de mangle rojo se usa para afecciones del riñón). Algunos bosques de mangle sirven para el desarrollo de la apicultura (producción de miel de abejas).

A todo esto podemos añadir el gran atractivo para el turismo y la recreación que porta este ecosistema, como área de paseo y disfrute del paisaje, así como para la pesca aficionada con anzuelo, y el buceo recreativo. También poseen un alto valor educacional por los interesantes procesos que en él operan y por la diversa fauna que lo habita. Por ello los manglares son excelentes candidatos para parques naturales u otro tipo de áreas protegidas para el disfrute y beneficio del hombre.

La sociedad obtiene muchos beneficios directos e indirectos de los manglares. La pesca es uno de los renglones más favorecidos por la existencia y buen funcionamiento de los manglares. Por ello merecen los mayores esfuerzos de conservación. Los manglares están continuamente amenazados en muchos puntos de la tierra y del país. Por cada palmo de manglar perdido se pierde una parte de potencial económico y de la productividad pesquera del país, así como de otros bienes y servicios que nos brinde. Si cada generación se cree con el derecho de destruir o permitir que se pierda una parte, por muy pequeña que sea, al final la pérdida será enorme para alguna generación venidera, y ello no es ético ni justo.

El desarrollo del turismo puede constituir una amenaza para el manglar si pretende construir instalaciones sobre éstos, como a menudo sucede, y el sector pesquero es el que más debe velar porque ello no ocurra.

### **Requerimientos de los manglares**

Entre los factores más importantes que propician el desarrollo de los manglar tenemos principalmente (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983):

- \* Adecuada fisiografía o relieve del terreno, como es una costa o cuenca baja inundable por las mareas.
- \* Presencia de agua salada. Los mangles no están obligados a vivir en agua salada, pero ésta impide que otras especies compitan con ellos y los eliminen. Fuertes competidores de los mangles donde la salinidad del suelo es muy baja son el macío y la yerba cortadera, por citar ejemplos.
- \* Una gran amplitud de las mareas. Donde las mareas son más amplias mayores son las zonas inundables donde puede desarrollarse un manglar.
- \* Descarga de ríos. Donde existe influencia de descarga de ríos la salinidad del suelo no se hace excesiva y los mangles logran alcanzar mayor tamaño.
- \* Abundantes lluvias. Se aplica aquí lo dicho sobre la descarga de ríos.
- \* Refugio contra el oleaje y el viento. Los manglares necesitan lugares relativamente tranquilos donde no sean arrancados de raíz y donde el suelo se mantenga estable o en estado de acumulación.
- \* Sedimentos de tierra adentro. Los manglares se desarrollan mejor donde el suelo recibe sedimentos de tierra adentro ricos en nutrientes, si los otros factores también son favorables.

### **Factores que afectan a los manglares**

Entre los que dañan a los manglares están (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983):



---

**Factores naturales**

- \* Ciclones y huracanes. Vientos superiores a 93 km/h causan defoliación, y por encima de 130-160 km/h comienzan a tumbar los árboles. El mangle prieto es más vulnerable que el rojo ya que sus sistema de raíces es más superficial. Las formas en que afectan los fuertes vientos son: defoliación, fractura de troncos y ramas, desenterramiento, descortezamiento por flexión excesiva, rozamiento entre ramas, y enterramiento de los órganos respiratorios de las raíces por acumulación de los sedimentos, y yerbas y algas marinas sacadas del mar por las olas.
- \* Sequía. La sequía se traduce en un incremento de la salinidad del agua y del suelo, lo que afecta en diferente medida según la duración e intensidad, y la disponibilidad de nutrientes. Los manglares sobrelavados son los más vulnerables por no ser capaces de acumular materia orgánica y nutriente ya que las corrientes los arrastran continuamente. Los lugares muy secos se caracterizan por sus manglares achaparrados.
- \* Olas de marea. No son frecuentes en el Caribe. Se sabe que en el norte de República Dominicana este fenómeno destruyó el manglar.
- \* Elevación del nivel del mar y erosión costera. En algunas localidades ocurre el hundimiento del terreno con el consecuente aumento relativo del nivel del mar. Estos cambios si son rápidos pueden causar erosión del suelo del manglar y el desprendimiento de los mangles.
- \* Disminución del nivel del mar. A causa del proceso contrario del anterior, o sea la elevación del terreno con la consecuente disminución relativa del nivel del mar, se altera el régimen de inundación por las mareas y en algunas áreas puede producirse la disminución de las velocidades de flujo de agua o incluso el estancamiento del agua. Si el estancamiento o disminución del flujo de las aguas ocurre en un clima árido, se produce un proceso de hipersalinización. El estancamiento, por su parte, incrementa el estado anóxico y putrefacto del terreno y del agua que lo baña.
- \* Hipersalinización natural. La hipersalinización natural es producida ya sea por condiciones de aridez local o por sequía temporal, así como por estancamiento del agua en condiciones de fuerte evaporación producido por el propio desarrollo y espesamiento del sistema de raíces del manglar.

**Factores de origen humano**

- \* Represamiento de ríos y obstaculización del escurrimiento de agua dulce por diques o carreteras. Del lado en que el agua dulce queda retenida se produce la inundación y estancamiento del agua que además de desencadenar un proceso de anoxia y putrefacción, cubre los órganos respiratorios de las raíces de los mangles ahogándolos. En casos de que el agua se endulce de forma extrema y no ocurra el estancamiento el mangle no muere de pronto, sino que es sustituido paulatinamente por especies de ciénagas de agua dulce, como la yerba cortadera y el macío. Del lado a donde el agua dulce deja de llegar se produce la hipersalinización, y un déficit de nutrientes y de sedimentos que otrora venían de tierra adentro.
- \* Canalizaciones en el manglar. Los canales en el manglar destruyen la forma laminar de la circulación del agua lo que hace que el agua dulce con sus nutrientes y los sedimentos

pasen directamente al mar dejando de beneficiar grande extensiones de manglar. A causa de eso el suelo se hipersaliniza, se empobrece y se erosiona, con el consecuente daño al manglar.

- \* Cierre de pasas y canales que existen entre los cayos que colindan con el océano o con áreas de salinidad normal o más baja. Esto produce la hipersalinización del agua en la zona que ha quedado aislada , y disminuye la intensidad de las corrientes que bañan los manglares. Esto ha conducido a muerte masiva de manglares en la Bahía de los Perros (norte de Cuba).
- \* Estancamiento. Esto, como ya se dijo conduce al incremento del estado anóxico y putrefacto del agua y del suelo, y al cubrimiento de las estructuras respiratorias de las raíces de los mangles, asfixiándolos. También trae consigo el recalentamiento del agua. Además destruye a toda la fauna que habitan en la zona afectada. Como vimos esto se produce a causa de obras ingenieras mal diseñadas o incompatibles con la ecología local.
- \* Tala descontrolada e actividad forestal mal manejada. Esto causa daño directo proporcional a la cantidad de plantas eliminadas. Puede llegar a afectar la productividad pesquera local cuando a causa del daño se incrementa la erosión de los suelos fangosos de la costa, o cuando se disminuye substancialmente la productividad biológica del manglar. Aquí se incluye el corte de las raíces de los mangles. El “clareo” de los manglares los debilita ante los ciclones y huracanes, al quedar expuestos los flancos de los árboles.
- \* Contaminación por petróleo. El petróleo se fija a las raíces de los manglares cubriendo las estructuras respiratorias, y termina por matarlos. Además, hay contar con el envenenamiento producido por los componentes tóxicos que emanan del petróleo. El petróleo es muy difícil de eliminar en el complejo e intrincado sistema de raíces como consecuencia del represamiento de ríos y de los escurrimientos de agua de tierra firme. por lo que el daño se mantiene por largo tiempo.
- \* Contaminación térmica. La elevación de la temperatura del agua a causa del empleo del agua de mar para los sistemas de enfriamiento de industrias tales como las termoeléctricas ha causado la muerte de importantes extensiones de manglar. Los árboles sufren defoliación y achicamiento de las hojas, las cuales además se ponen amarillentas, y muchos terminan por morir según el grado de elevación de la temperatura del agua. Este fenómeno ocurre cuando el agua excede de los 38° C.
- \* Contaminación orgánica. La contaminación orgánica proveniente de plantas procesadoras de alimentos, cebaderos de ganado y porcinos, etc. Provocan un incremento del estado anóxico y de putrefacción en el agua y el suelo de los manglares, sobre todo en aquellos donde la dinámica del agua es muy débil.
- \* Sedimentación. Cualquier acción humana que pueda propiciar una acumulación excesiva de sedimentos sobre las raíces puede ser nociva para los manglares. Algunos vertimientos de dragados han propiciado que las olas transporten los sedimentos depositados hacia los manglares, lo que ha conducido a su destrucción. La destrucción parcial de las dunas arenosas de las playas por el hombre ha provocado que el oleaje de tormenta arrastre el remanente de duna sobre los manglares traseros con consecuencias fatales para éstos. El escape de mostos de centrales azucareros ha producido el mismo efecto. También

estimulan la sedimentación sobre los manglares, la deforestación y la pérdida de suelo tierra adentro. El daño más evidente ocurre cuando los sedimentos de un dragado o de movimientos de tierra se vierten directamente sobre el manglar.

- **Interacciones entre ecosistemas marinos costeros**

Los arrecifes coralinos mantienen, como regla, una marcada interdependencia con los demás ecosistemas costeros. Ellos constituyen verdaderas barreras protectoras contra el oleaje para muchos manglares, pastos marinos, playas y otros tipos de costas.

Muchas especies de los arrecifes pasan su vida o etapas haciendo uso (como zonas de refugio, alimentación o reproducción) de algunos de esos ecosistemas y viceversa. De este modo se produce una suerte de intercambio de materia entre ellos. Ejemplo de este intercambio es el de los peces de arrecife que van a alimentarse a otros de los ecosistemas mencionados y, al regresar, defecan en el arrecife, lo que constituye una entrada de materia orgánica importante para la red alimentaria y la productividad local. La materia orgánica también puede llegar a manera de detrito o de plancton (pequeños organismos vivos vegetales y animales suspendidos en el agua) transportada por las corrientes que provienen de los otros ecosistemas costeros.

Los manglares y los pastos marinos retienen sedimentos y suciedades que arrastran las lluvias, manteniendo limpia el agua que llega a los arrecifes, y brindan alimentos a numerosos animales arrecifales, así como refugio a juveniles de muchos de ellos.

Por otro lado, lo que ocurre en tierra adentro es decisivo para los arrecifes ya que de ésta van a para al mar, por medio de los ríos y el escurrimiento, agua dulce, sedimentos, nutrientes, materia orgánica y contaminantes. Por esto es muy importante proteger la vegetación de las riberas de los ríos, ya que actúan como verdaderos filtros. Generalmente se recomienda conservar no menos de 30 m de ancho de bosques a lo largo de las riberas.

Los pastos marinos están funcional e íntimamente relacionados con los arrecifes y los manglares. Los pastos marinos reciben protección de los manglares cuando estos últimos retienen contaminantes y los sedimentos arrastrados por las aguas de tierra adentro. También reciben de los manglares protección del oleaje en muchos lugares. Además, las hojas descompuestas y desintegradas de los manglares constituyen una importante reserva adicional de nutrientes primarios y materia orgánica para los pastos aledaños. A su vez estos pastos estabilizan los sedimentos que durante las tormentas, ciclones y huracanes irían a parar en grandes cantidades a las costas cubriendo las raíces de los mangles asfixiándolos. Ambos ecosistemas poseen especies compartidas que emigran entre uno y otro según sus hábitos diarios o sus ciclos biológicos.

Los pastos marinos retienen los sedimentos impidiendo que éstos afecten a los arrecifes colindantes y sirven de área de alimentación de muchas especies de estos últimos. También el rico plancton que se desarrolla en los pastos es arrastrado por las corrientes hacia los arrecifes donde parte es consumido por animales filtradores. También exportan hacia ellos partículas de materias orgánicas del fondo suspendidas por el oleaje y arrastradas por las corrientes. A la vez algunos pastos marinos deben su existencia a la protección contra el oleaje que brindan las crestas de arrecifes. Muchas especies que habitan en los pastos marinos van a desovar a los arrecifes. Ejemplo de éstas son la langosta y algunas especies de pargos. Como se ve existen relaciones de intercambio de energía y materia, y de protección mutua entre estos tres

---

ecosistemas. A esto hay que añadir que el consumo de los pastos por parte de peces y otros animales herbívoros que habitan en los arrecifes contribuye al mantenimiento de una alta productividad primaria de las yerbas marinas y por lo tanto controlan indirectamente el ciclo de nutrientes del pasto en general. Una parte importante de los restos de las hojas van a parar a los fondos de miles de metros de profundidad, a distancias de cientos de kilómetros del punto de origen, y forman parte de la trama alimentaria de esos predios.

Es muy importante tener en cuenta esa gran interacción a la hora de explotar los recursos de esos ecosistemas, pues lo que afecta a uno perjudica a los otros. Esta forma racional de administrar el uso de los recursos naturales se conoce con el nombre de manejo integral de la zona costera. Esta estrategia es recomendada en la *Agenda 21* de la *Cumbre sobre el Medio Ambiente* de Río de Janeiro en 1992.

CAPÍTULO III. ENFOQUES Y CONCEPCIONES INTEGRADORAS EN EL ESTUDIO DEL MEDIOAMBIENTE EN CUBA

---

### III.1. EL ENFOQUE GEOHISTÓRICO EN LAS INVESTIGACIONES AMBIENTALES

Dra. Carmen Mosquera Lorenzo

El hombre en su acción sobre el espacio en que vive, lo modifica y lo transforma y a su vez, se transforma a sí mismo. La cualidad biológica del hombre lo unió inicialmente a la naturaleza, que lo sustentó desde su aparición y él, con su capacidad creativa y con el trabajo, ha ido modificando el territorio. Sin reflejar los aspectos de la actividad productiva del hombre, no podría comprenderse por qué un grupo humano vive precisamente en una región y no en otra y el por qué de las peculiaridades de su entorno.

El origen de las desigualdades espaciales que se observan en los distintos territorios, no pueden ser explicadas sólo por procesos naturales, sino también por los de orden social. Las relaciones sociales dominantes son las que dan lugar a las paradojas que hoy vivimos en este mundo de "espacios geográficos dependientes y subdesarrollados en que existen enormes recursos naturales, y crecientes miserias y pobrezas", (Uribe, 1997).

Si el hombre es un ser natural debido a que es el resultado de una evolución bajo influencias ecológicas, también cuenta con la capacidad (condición inmanente) para organizar el medio donde vive, para su beneficio particular y exclusivo. En este aspecto podría considerarse como un agente natural que construye, al igual que los otros animales, su propio entorno.

En este sistema **Hombre-Naturaleza** el peso de cada uno de los componentes estaría dado por el nivel de intervención que disponga el respectivo grupo humano frente a la gama de entes naturales seleccionados con los fines de conservación y reproducción; pero, a la escala del elemento antrópico, se generan diferenciaciones en esta relación Hombre-Naturaleza, haciéndose esta última más compleja, pues la variable social inmanente al grupo humano, asume un papel principal: el posible sistema hombre-medio natural cede su lugar al sistema **Sociedad-Naturaleza**.

Los grupos humanos organizan su espacio dentro de condiciones históricas determinadas, y esta acción se produce dentro del sistema dinámico Sociedad-Naturaleza, en el que tienen lugar un complejo de relaciones que pueden distinguirse como las que establecen los hombres con su entorno y las que establecen los hombres entre sí, y en el que existe un equilibrio **sociohistórico** debido a que el proceso dentro del cual se manifiestan la estructura y relaciones del sistema, es factible de experimentar cambios que pueden ser a corto, mediano, largo y muy largo plazo, porque este proceso es histórico.

Para H. Isnard (*L' Espace Geographique*, 1978), el espacio geográfico es un producto social, y "diferente a los otros seres vivos, la humanidad emprendió su liberación de las restricciones del medio natural con la organización del espacio donde se desenvuelve su historia". Entonces el espacio territorial es geográfico con implicaciones históricas, lo que conduce a una dirección metodológica: la de ir del presente al pasado.

Demangeon (1976) señalaba "el hombre no puede ser estudiado sin el territorio que habita y el territorio es el fundamento de toda sociedad" y Buitrago (1997), refiere muy certeramente: "No podemos estudiar el presente como presente puro, necesitamos el pasado". Esto nos lleva a considerar un nuevo enfoque en la Geografía histórica tan traída y llevada durante mucho tiempo.

Según R. Tovar (1986), geógrafo e historiador venezolano, el **enfoque geohistórico** es el más adecuado a emplear en las investigaciones relacionadas con los estudios ambientales, tanto en las tareas de planificación social, como en las de ordenación y gestión ambiental, pero no como un ejercicio intelectual, sino como un método de investigación, definiéndolo como sigue:

"El enfoque geohistórico se desprende de la propia concepción geográfica que entiende el espacio como un producto concreto o síntesis de la acción de los grupos humanos sobre su medio ambiente para su necesaria conservación y reproducción sujeto a Condiciones históricas determinadas".

Este enfoque conduce a la identificación del problema espacial específico y determina, en la medida de su alcance y objetivos, la gama de factores o variables participantes en el mismo, así como su ponderación; lo que asegura su necesaria participación en las tareas de diseño y ejecución de cualquier tipo de planificación.

La metodología geohistórica debe apoyarse en el presente para estudiar el pasado y poder tener una visión del porvenir, teniendo en cuenta necesariamente la categoría *proceso*, cuyos pasos pueden ser: Ocupación-fijación, expansión y cristalización.

También plantea otra necesidad de orden metodológico: la periodización de carácter histórico donde se apoya, periodización que no tiene por qué coincidir con la que emplean los historiadores. En epígrafe posterior trataremos esta cuestión con detenimiento.

- **La historia ambiental. Necesidad de su implementación en los estudios ambientales.**

La historia ambiental de cualquier zona, región o proyecto no es más que un recuento de la actividad del hombre y la sociedad sobre el territorio, su forma de ocupación, la utilización de sus recursos (tanto naturales como humanos), y en que medida esta explotación ha transformado ese espacio geográfico a través del tiempo, hasta conformar el medio ambiente actual.

Sabemos que el espacio mundial actual está conformado por un conjunto complejo de estados, pueblos y naciones, cuya localización y territorios respectivos responden a un largo proceso histórico ya constituido. Según reconoce Uribe (1997), *"el espacio geográfico construido ha transformado la superficie terrestre en sus estructuras, en sus morfologías y en sus funciones de acuerdo con las diversas fases históricas de las diferentes sociedades"*.

La importancia que encierran los estudios de historia de la evolución de un territorio ha sido reconocida por otros autores ya antes mencionados, es por ello que en los estudios sobre el medio ambiente se hace necesario, para interpretar la situación presente, tener un conocimiento de lo que ha ocurrido en el pasado.

Tanto en los estudios de evaluación de impacto ambiental como en los que se llevan a cabo para la ordenación del territorio y en los de auditoría ambiental, es muy necesario tener una idea de cómo ese espacio ha ido evolucionando desde el inicio de su ocupación por la población, así como en que forma se desarrolló el proceso de asimilación económica del mismo.

La historia ambiental deviene en un instrumento de investigación de gran utilidad para llevar a cabo las tareas que implican una gestión ambiental adecuada para el logro de un desarrollo sostenible en cualquier país o región.

- **Fuentes para el estudio de la historia ambiental. Clasificación de las fuentes. Localización de las fuentes. Fuentes documentales. Fuentes cartográficas.**

## **Fuentes**

¿Qué es una fuente histórica? En su sentido más amplio, una fuente abarca todo lo que atañe al hombre y su relación con la naturaleza, nos permite recoger el reflejo del hecho ocurrido e irrepetible y por ello, es portadora del hecho histórico.

La fuente histórica no es sólo la portadora de los datos históricos sobre el pasado, sino que es también el resultado de la actividad humana que los refleja directamente y cuya desviación de la verdad puede ser corregida mediante un tratamiento metodológico adecuado.

Las fuentes nos proveen de la información que permiten conocer el pasado. El investigador entonces recopila las fuentes que contienen hechos relevantes, pero al seleccionarlas, sólo dispone de un número muy inferior de documentos que se han conservado como restos de la época que se estudia.

Cada generación conserva sólo las fuentes que considera más valiosas. A esta selección intencionada se suma la acción destructiva del tiempo. Por ejemplo, en Cuba el clima cálido y húmedo propicia el deterioro de los documentos, además el abandono por parte de las autoridades coloniales, motivó que nuestros documentos oficiales se guardasen en locales inadecuados, donde fueron afectados por la humedad y los insectos y roedores. Otros factores naturales, políticos y sociales colaboraron también a esta destrucción, entre ellos se encuentran los huracanes, inundaciones, guerras, y revoluciones. Actualmente la documentación existente se conserva en una red de archivos en toda la Isla con su centro en el Archivo Nacional.

## **Clasificación de las fuentes**

La clasificación es un procedimiento lógico necesario en el trabajo científico, que organiza los objetos de acuerdo con sus características, para la observación. Las clasificaciones agrupan los objetos atendiendo a sus rasgos comunes (clasificación científica general) pero también los investigadores pueden organizar los fenómenos de acuerdo con sus necesidades concretas (clasificaciones auxiliares).

Las fuentes pueden ser clasificadas desde diferentes puntos de vista. Su agrupamiento puede estar determinado por el tipo de fuente, por su contenido o por una combinación de ambos elementos.. Para los efectos de nuestra investigación clasificaremos las fuentes en escritas y orales, pero debemos diferenciar **las fuentes** de lo que es la **literatura histórica**. La fuente refleja el hecho directamente y lo recibimos a través de ella. La literatura histórica toma los hechos de las fuentes y los procesa de acuerdo con un plan y desde la perspectiva teórica, científica y psicológica del autor. Las monografías, obras especializadas, artículos, ensayos y textos históricos son ejemplos de la misma.

Las fuentes escritas podemos considerarlas como **documentales** y **gráficas**. Entre las documentales consideraremos los informes, actas, documentos jurídicos oficiales, censos; y en las gráficas tendremos en cuenta los mapas y las fotos (incluyendo las fotos aéreas).

Las fuentes orales pueden ser consideradas como **directas** cuando la información es suministrada por personas que estuvieron presentes en los hechos en calidad de participantes o de testigos y constituyen un testimonio de incalculable valor. Las fuentes **indirectas** son las que



transmiten la información de manera colectiva, sin precisar la calidad ni el número de participantes y se integran, en su mayor parte, en el marco de la tradición oral.

Toda investigación histórica comienza con la consulta de las fuentes como portadores de los hechos requeridos para reconstruir los procesos pasados. El conjunto de pasos necesarios en una investigación para la búsqueda y descubrimiento de las fuentes se conoce con el nombre de **eurística** y constituye la fase inicial y necesaria para alcanzar el conocimiento del proceso histórico que se estudia. En el desarrollo práctico de la investigación la búsqueda de las fuentes está determinada por la definición del tema; es preciso definir bien qué se va a investigar, delimitar el problema para localizar las fuentes que nos permitan alcanzar el objetivo propuesto.

En toda investigación la fase de búsqueda de las fuentes es la más difícil y en la que se prueba la experiencia y la vocación del investigador. Las tareas concretas que deben abordarse en esta etapa pueden resumirse en los siguientes pasos:

1. Revisión de la literatura existente, con el objetivo de informarse sobre el tema y lo publicado acerca de él.
2. Consulta de las obras auxiliares específicas para la localización de la información bibliográfica: índices, catálogos, repertorios, guías, etc.
3. Localización directa de las fuentes en los depósitos (archivos y bibliotecas). Se toma nota de la clasificación y el lugar de localización de la ficha.
4. Revisión directa de las fuentes y evaluación de su posible utilidad. Esto se anota en la ficha bibliográfica.
5. Revisión de las fichas y depuración de las fuentes. Permite seleccionar las fuentes portadoras de informaciones válidas.

En la consulta de la bibliografía recomendamos seguir el siguiente orden de revisión:

1. Literatura científica de mayor actualidad sobre el tema (informes, artículos, etc.)
2. Monografías específicas sobre el tema, consultando primero las más recientes.
3. Manuales u obras más generales, si no existe bibliografía más específica.
4. Colecciones documentales sobre el tema.
5. Otra literatura relacionada con la investigación.

### **Localización de las fuentes.**

Para la localización de las fuentes puede utilizarse lo que se ha denominado como *obras de consulta* o **referencia** y especialmente entre ellas las bibliografías, las enciclopedias y los diccionarios.

Las **bibliografías** comprenden toda la producción de un período o país dado. En el caso de Cuba, la etapa prerrevolucionaria no cumple totalmente su papel de instrumento auxiliar de localización de las fuentes. Es necesario por ello conocer cuáles son las bibliografías cubanas utilizables y cómo podemos explotarlas.

En nuestro país contamos sólo con dos repertorios bibliográficos que recogen la literatura nacional en su conjunto y con un número reducido de trabajos sobre períodos o hechos históricos, publicados en su mayoría en revistas especializadas.

Nuestro instrumento fundamental sigue siendo la Biblioteca Histórica Cubana (1922) y la Biblioteca Geográfica Cubana (1920) de Carlos M. Trelles. Estas obras recogen lo publicado hasta 1916. Lo publicado entre 1926 y 1936 comenzó a recogerse como bibliografía retrospectiva por la Biblioteca Nacional “José Martí “ después del triunfo de la Revolución. A partir de 1937 y hasta 1959 se publicó el Anuario Bibliográfico Cubano, que desde 1953 se denominó Bibliografía Cubana.

### **Enciclopedias cubanas**

Aunque no se puede hablar propiamente de enciclopedias cubanas podemos considerar el “*Diccionario geográfico, estadístico, histórico de la Isla de Cuba*” de Don Jacobo de la Pezuela y Lobo; Madrid, (1866, 4t.) como uno de los clásicos de la historiografía cubana. Para nosotros es un imprescindible instrumento auxiliar. Además de los elementos geográficos y naturales de Cuba, lo más importante son los datos económicos y sociales de la época colonial que le dan carácter de fuente.

Durante la república neocolonial se editaron dos enciclopedias populares. La primera: “*Cuba en la Mano. Enciclopedia Popular Ilustrada*” confeccionada por un grupo de emigrados republicanos españoles bajo la dirección de Esteban Roldán Oliarte (La Habana, Ucar García, 1940). Las secciones abarcan temas geográficos, naturales, biográficos, económicos y políticos. Es interesante por los datos del censo industrial y comercial que incluye, pero hay que tener cuidado con la exactitud en alguno de sus temas

El otro repertorio es la “*Enciclopedia popular cubana de afrocubanismo, agricultura, artes, biografías, botánica, ciencia, comercio, comunicaciones, cubanismos, diplomacia, docencia, estadística, folklore, geografía, geología, historia, industria, legislación, literatura, mineralogía, provincianismos y zoología*” (Habana, Cultural, 1942-1948). En 3 tomos preparada por Luís Jorge Bustamante. Aparte de las deficiencias de un trabajo de esta envergadura realizado por una sola persona, la información está bien organizada, es fácil de consultar y se citan las fuentes utilizadas en las propias definiciones.

### **Diccionarios especializados**

Se han editado diccionarios de voces cubanas, los que constituyen valiosos instrumentos auxiliares en la interpretación de los textos. Podemos citar el “*Diccionario provincial casi razonado de voces cubanas*”, elaborado por Esteban Pichardo y la “*Lexicografía antillana*” de Alfredo Zayas (La Habana, 1914) y el “*Nuevo Catauro de Cubanismo*” de Don Fernando Ortíz (La Habana, Ed. Ciencias Sociales, 1971).

En estos últimos años se ha elaborado por un colectivo de autores el “*Diccionario Geográfico de Cuba*”, bajo la Dirección de la Comisión Nacional de Nombres Geográficos. Existen además anuarios estadísticos, guías, censos de población, viviendas, ganaderos, etc.

### **Fuentes documentales**

Para las investigaciones de la historia ambiental de Cuba, tanto para los estudios a nivel nacional como los de carácter regional o local, además de las obras de referencia ya señaladas

anteriormente, podemos encontrar información en otras obras, unas de carácter general y otras de temática específica.

Estas fuentes documentales se encuentran en la Biblioteca Nacional “José Martí” en su sala de Colección Cubana, en especial las obras referentes al período colonial y en la Biblioteca Central de la Universidad de La Habana. También podemos encontrar fuentes para las investigaciones ambientales en bibliotecas especializadas como las de Ciencia y Técnica y en las de los Institutos de investigación del CITMA.

El Archivo Nacional cuenta en la actualidad con una rica fuente de información primaria en sus fondos que ha sido recuperada y convenientemente clasificada y conservada, asimismo la Oficina del Historiador de la ciudad de La Habana, al igual que las de las principales ciudades, también poseen buenas fuentes de información.

Ahora bien, después de localizada la fuente documental para la investigación que se lleva a cabo, es necesario confeccionar su ficha bibliográfica. La **ficha bibliográfica** es el medio teórico idóneo que nos permite individualizar la información obtenida sobre cada fuente. Describe los materiales consultados como posibles fuentes proveedoras de información. Los datos contenidos en la ficha bibliográfica pueden agruparse en modos y disposiciones diversas pero generalmente son siempre los mismos: autor, título, datos referentes a la edición y notas reseñando el contenido.

Debemos anotar también en que lugar localizamos la fuente y la clasificación que tiene, lo que nos permitirá relocalizarla fácilmente. Las fichas de contenido recogen los tópicos significativos para la investigación que aparezcan en las fuentes consultadas; se anotan los hechos, cifras, datos, etc., relacionados con el tema que se investiga y cuando sea necesario se transcriben textualmente.

### **Fuentes cartográficas**

Las fuentes cartográficas y en particular las que corresponden a los primeros siglos de la etapa de la conquista y colonización resultan de gran importancia en las investigaciones históricas ambientales, debido a que facilitan la reconstrucción de la organización del espacio en aquellos tiempos, la ocupación y distribución del territorio, la ubicación de los primeros asentamientos y caminos, así como la toponimia.

Estas fuentes en muchas ocasiones presentan el inconveniente de estar parcial o totalmente deterioradas, en algunos casos producto de su inadecuada manipulación y conservación en tiempos pasados. Afortunadamente, actualmente esta cuestión ya se ha tenido en cuenta por los organismos estatales encargados de conservar estos fondos, indispensables para cualquier tipo de investigación de nuestro pasado colonial.

No obstante, es necesario que los investigadores tengan una serie de conocimientos previos para utilizar estas fuentes, que les permitan extraer la correcta información que aparece en las cartas, planos y mapas antiguos. También es necesario el conocimiento de la proyección en que se elaboró el mapa y del meridiano que se tomó como referencia para poder calcular distancias; las escalas y sus equivalencias en el sistema de medidas actuales; los métodos de representación y la simbología empleada, así como la toponimia.

---

## PERIODIZACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Según el historiador búlgaro V. Jadjnikálov (1973), la ciencia histórica es inconcebible sin la periodización del proceso histórico. La periodización es la definición esencial del contenido principal de las etapas del devenir y desarrollo de los procesos históricos, característicos del pueblo, país, región dados o de la humanidad en su conjunto.

Sin la periodización de la historia, o sea sin un enfoque generalizador de la misma, es imposible que exista una ciencia histórica verdadera. La base de la periodización es el reconocimiento de las leyes objetivas generales del desarrollo de la sociedad humana; la sucesión de las formaciones económicas sociales (la comunidad primitiva, la esclavista, la feudal, la capitalista y la comunista) es la base objetiva y el fundamento teórico para la periodización del proceso histórico.

Puede tenerse una idea de la complejidad del problema de la periodización histórica, si consideramos lo difícil que resulta establecer un criterio único capaz de satisfacer tanto la necesidad de una división argumentada en períodos del proceso histórico universal como en las historias regionales y locales.

No cabe duda, que la doctrina de las formaciones económico sociales, en todos los casos, es un imponente punto de referencia empleado al abordar la periodización científica de la historia; pero también hay que considerar que la cuestión de la formación económico social no opera de un modo mecánico, pues después de la comunidad primitiva, formación social primaria y universal, con la aparición de la esclavitud, comienza el funcionamiento de dos o más formaciones simultáneamente.

Por todo ello es necesario un concepto complementario en la periodización. Este es el de **época histórica** concepto ligado con la teoría de la sucesión progresiva de las formaciones económicas sociales y se define como *un período prolongado de la historia que se caracteriza por la interacción, más o menos estable de dos o más formaciones socioeconómicas coexistentes simultáneamente.*

Todas las formaciones económicos sociales atraviesan distintas fases de maduración, desarrollo y decadencia, por consiguiente, cada época histórica puede tener su división interna. Cuanto más profundizamos en su estudio, tanto más difícil resulta fechar de un modo más o menos preciso los procesos y fenómenos históricos.

Junto con la periodización de la historia a escala global es necesario la elaboración de la periodización a escala local. Ambas se definen por la sucesión de las formaciones socioeconómicas, pero el paso de una región o país a estadios iguales al movimiento general, no coinciden en el mismo plazo histórico concreto. Por eso, al elaborar la historia de un país o pueblo es necesario definir las etapas concretas del proceso histórico local. Esta periodización local es el primer eslabón de un sistema general. Cualquier periodización es aproximada y convencional. Al establecer los criterios de periodización de la historia ambiental de cualquier país hay que arrancar de los índices objetivos que desentrañan la dinámica de su desarrollo socioeconómico. Los cambios en el desarrollo de las fuerzas productivas y su reflejo en las relaciones de producción son factores a tenerse en cuenta. Al definir la periodización de la historia, la prioridad la debe tener los hechos que incidieron (positiva o negativamente) en el destino de las relaciones de producción dominantes.

Siguiendo a Tovar (1986), la periodización, aparte de las divisiones particulares que pueda contener, debe estar conformada por tres grandes partes o períodos: El Inicial o aborígen, el Intermedio y el actual o contemporáneo. Los períodos Inicial e Intermedio están caracterizados por la dispersión de la población en oposición al Actual. Podemos decir que ahora domina la concentración, o sea la ciudad sobre el campo.

El período inicial o aborígen (para la América preferimos llamarlo prehispánico), en contraposición al Actual, nos lega la organización del espacio habilitado para la práctica de la agricultura, coincidiendo evidentemente en gran número de casos con nuestro espacio agrícola actual. Este período finaliza en nuestro país y en el resto de América con el contacto de las culturas europeas con las autóctonas vigentes en nuestros territorios.

El período intermedio es donde se consolida por la instauración de los repartimientos y las encomiendas y la política de poblamiento español la configuración del territorio en nuestros países. Sobre la organización del espacio agrícola del período inicial, se inscribe el de las haciendas, hatos, corrales y otras instituciones socioeconómicas del período histórico colonial, que en la mayoría de los casos se extiende hasta las guerras de independencia, que traen aparejadas reformas legislativas.

El período actual o contemporáneo arranca desde los cambios significativos, en el caso de nuestro país, a principios del siglo XX, con el advenimiento de la república, pudiendo este período dividirse claramente en dos épocas o etapas delimitadas por el cambio de las relaciones de producción ocurridas en 1959.

Como vemos la metodología geohistórica parte del presente para remontarse al pasado. La categoría *presente geohistórico* es la materia prima para la justa comprensión científica de la actualidad.

- **Propuesta de una metodología para las investigaciones de historia ambiental**

Como ya hemos planteado con anterioridad, la degradación ambiental es producto de los propios procesos naturales más la intervención humana, que se contrarresta con las propias dinámicas naturales de restauración o con las políticas de mitigación y corrección ambiental. Ahora bien, en todo hecho geográfico, el tiempo es una dimensión implícita, por lo que al ser estudiados éstos, además de tener en cuenta su posición en el espacio (X,Y,Z), hay que considerar la variable (T), o sea la variable temporal.

En geografía, la información histórica tiene cuatro funciones básicas:

- a. La descripción de los procesos
- b. El control de los mismos
- c. La evaluación de las políticas territoriales empleadas
- d. La función de prospectiva.

Así, si fuéramos a ubicar estas funciones en el tiempo tendríamos: el pasado (descripción), el presente (el control), el condicional (la evaluación) y el futuro (la perspectiva). Con la historia ambiental tratamos de desarrollar la conectividad de los objetos (hechos geográficos) tanto en la dimensión espacial como en la temporal. Una metodología de trabajo sencilla para desarrollar estas investigaciones, que ya ha sido probada, es la siguiente:

1. Delimitación del área de estudio.
2. Búsqueda y localización de las fuentes.
3. Captura de la información necesaria y procesamiento de los datos.
4. Elaboración del trabajo (desarrollo del tema)
  - 4.1 Descripción del área
  - 4.2 Periodización. Determinación de las etapas
  - 4.3 Análisis de las etapas de transformación y su reflejo en el medio ambiente
  - 4.4 Conclusiones y recomendaciones
5. Elaboración de los mapas y gráficos que deben acompañar al texto

### **Periodización para la historia ambiental de Cuba**

Tomando como base todo lo antes expuesto, partiremos del supuesto que las características actuales del medio ambiente de nuestro país se encuentran condicionadas por su desarrollo histórico, y que los impactos que han dado lugar a la modificación de su territorio han tenido su origen en la explotación inadecuada de sus recursos naturales y humanos y en la anárquica utilización del territorio, expresada fundamentalmente en el uso de la tierra y el desarrollo de los asentamientos humanos.

Si la situación ambiental de Cuba, aplicando en su análisis el enfoque geohistórico, ha transitado por varios períodos en su evolución, según fue efectuándose la ocupación y asimilación de su territorio, podemos determinar que éstos serían:

- I. Inicial, prehispánico o aborígen
- II. Conquista y colonización
- III. Republica capitalista
- IV República socialista

Los mismos se subdividirán considerando los factores que determinaron un cambio en las relaciones de producción, cuyos efectos posteriormente se hayan visto reflejados por transformaciones en el medio ambiente. La Historia ambiental de Cuba estará conformada por los siguientes períodos y etapas:

1. Período Inicial. Aborígen o prehispánico (hasta 1492).
2. Período de la Colonia (1492-1902).
  - 2.1 Etapa del descubrimiento y la conquista (1492-1549)
  - 2.2 Etapa de la colonización (1550-1868)
  - 2.3 Guerras de independencia e intervención norteamericana (1868-1902)
3. Período de la República capitalista (1902-1958).
  - 4.1 La República de 1902 a 1933
  - 4.2 La República de 1934 a 1958

4. La Revolución en el poder y la República Socialista

5.1 Etapa de 1959 a 1975

5.2 Etapa de 1976 hasta 1999

---

### **III.2. DESARROLLO Y APLICACION DE LA GEOGRAFIA DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA.**

Miriam I. Arcia Rodríguez, Horacio Chamizo García y María del C. Martínez Hernández

Históricamente la geografía ha respondido a las necesidades de la sociedad humana, desde la época de los grandes descubrimientos geográficos hasta el momento actual donde los procesos de globalización de la economía, el comercio, las comunicaciones y otras actividades han derivado problemas ecológicos de carácter global.

La geografía como ciencia aplicada aporta su granito de arena en la solución de los problemas ambientales a partir de un desarrollo sostenible, que aporte mejoras en la calidad de la vida de la sociedad y a su vez conserve sus sistemas sustentadores.

¿Qué es la geografía del medio ambiente, una nueva rama de la geografía o un enfoque para abordar las investigaciones que dan solución en la práctica a los problemas ambientales?

De acuerdo con la definición de varios autores, el medio ambiente es un sistema abierto de formación histórica, producto de las interrelaciones e interacciones de los dos subsistemas que lo componen: el natural y el socioeconómico; este último no es sólo el subsistema que modifica la naturaleza y que recíprocamente recibe su influencia, sino que también y es lo más importante, es el subsistema capaz de monitoriar, controlar y mejorar al sistema completo.

El análisis complejo de los componentes de ambos subsistemas, de sus interacciones e interdependencias, es el único capaz de ofrecer la información sistematizada y orgánica con amplias perspectivas que caracteriza realmente los complejos problemas que se plantean en el funcionamiento del Sistema, lo que permitirá argumentar la reordenación del uso de los territorios en aquellos casos que sea necesario, proponer las normas de utilización, las medidas de mejoramiento requeridas con vistas a satisfacer las necesidades de la sociedad.

El aporte de la geografía al estudiar los problemas ambientales producto estos, de la interacción entre la sociedad y la naturaleza, está referido a que la solución de estos problemas, tienen como base el punto de vista complejo y sintético del estudio de la naturaleza, la economía y la población, lo que permite la investigación de los problemas integralmente y de forma sistematizada; además de la unificación de los datos analíticos obtenidos por diferentes disciplinas. Por otra parte la geografía constituye un sistema de disciplinas que estudian tanto los fenómenos naturales como sociales, porque en sus investigaciones entran la naturaleza, la economía y la población; consideradas desde el punto de vista de la estructura territorial. La geografía desde hace tiempo ha estudiado el entorno físico de sus componentes, zonas naturales y recursos ligados a ella; así como las vías de su utilización y transformación por la sociedad humana. Estas son las cuestiones fundamentales referidas a la acción recíproca entre la sociedad y la naturaleza. (Guerasimov, 1976).

Estas interrelaciones e interacciones entre la naturaleza y la sociedad tienen una expresión territorial en unidades espacio-temporales con bordes de carácter transicional que pueden ser definidas como tipos de medio ambiente. Cada uno de estos tipos están caracterizados por determinados impactos y afectaciones ambientales.

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores la geografía del medio ambiente no es una nueva rama de la geografía, sino su aplicación para la solución de los problemas ambientales de forma integral, al considerar las leyes del desarrollo de la sociedad sobre la



base de la actividad laboriosa de los hombres, lo que excluye la posibilidad de utilizar sólo leyes de tendencia biológica para explicar las complicadas interrelaciones que se establecen entre la sociedad y la naturaleza.

El objeto de estudio de la geografía del medio ambiente son los aspectos espaciales del medio, su estado, su desarrollo y las posibilidades de su optimización sobre la base de la investigación de la estructura y la dinámica del paisaje cultural (Bucek, 1983); es decir, la determinación del potencial natural del paisaje con vistas a lograr un desarrollo sostenible, lo cual implica una economía sostenible y una forma de vivir sosteniblemente: en resumen, una sociedad sostenible.

### **LA GEOGRAFÍA DEL MEDIO AMBIENTE EN CUBA.**

Las investigaciones de la geografía del medio ambiente en Cuba se iniciaron en el año 1982, en el Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba. Anteriormente en diferentes instituciones del país, tales como Instituto de Botánica, Instituto de Planificación Física, Facultad de Geografía, Instituto del Transporte, etc. se realizaban investigaciones sin un enfoque sistémico o sea dirigidas a un elemento del medio ambiente o a un problema ambiental determinado. En el año 1982, se introduce asesoría de los países del antiguo CAME, fundamentalmente de Checoslovaquia y con ello se comienza a aplicar el enfoque geosistémico. Después de transcurridos 12 años de desarrollo y aplicación de estas investigaciones, se pueden distinguir cuatro etapas:

Primera etapa (1982-1985): Se caracteriza por la fundamentación teórica y metodológica de la geografía del medio ambiente. Se introduce el concepto de medio ambiente y el enfoque geosistémico para el estudio y el manejo optimizado de los tipos de medio ambiente, de acuerdo con sus potencialidades naturales. En el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, (NANC) se elabora por primera vez en un atlas una sección de Medio Ambiente.

#### a) Aspectos positivos.

- Se destaca la solución práctica de los problemas ambientales a partir de la evaluación de las condiciones naturales, que permite llegar a conclusiones sobre el funcionamiento de los territorios y proponer soluciones concretas para llegar o aproximarse a su utilización óptima.
- Se enfoca la problemática de los aspectos geográficos del medio ambiente y sus interrelaciones con una aproximación sistémica, regida por la ley de integridad geográfica, lo que facilita el análisis de la naturaleza como un todo, o sea de forma integrada.
- Con la introducción de la actividad evaluativa se amplía considerablemente el espectro de las investigaciones medio ambientales ya que anteriormente éstas se reducían a estudiar o prevenir problemas particulares a nivel territorial y a explicar la necesidad de la protección de la naturaleza.
- Los conceptos teóricos introducidos, las metodologías utilizadas y los trabajos realizados permitieron la preparación de la sección de Medio Ambiente del NANC.

#### b) Limitantes.

- En la sección de Medio Ambiente del NANC se caracterizan y evalúan cada uno de los elementos que componen al subsistema de la sociedad, no así los componentes de la naturaleza, los que aparecen evaluados en las otras secciones correspondientes a la

Naturaleza. Sin embargo el mapa de Medio Ambiente que preside la sección no llega al nivel de síntesis que demanda este tipo de mapa general, y que sería el resultado lógico de la integración, del resto de los mapas que integran la sección de Medio Ambiente.

- El concepto de geosistema, es contradictorio ya que plantea que los geosistemas son unidades espacio-temporales que constituyen tipos estables de medio ambiente, y sus límites están determinados por el uso y función del territorio. El uso y función del territorio es un elemento muy importante en la diferenciación de los geosistemas e influye significativamente en ella, pero si se pretende delimitar tipos estables de medio ambiente, ésta diferenciación se hace difícil, pues para un territorio homogéneo por su uso y función es posible encontrar heterogeneidad en su dinámica, como variable sean sus condiciones ambientales.
- Se nota la ausencia de trabajos relacionados con la divulgación y educación ambiental que proporcione una mayor atención y cuidado del entorno por parte de la población en general.
- Se plantea de manera muy teórica la intensidad del impacto y los requerimientos de sustancia y energía suministrada por el hombre para el funcionamiento de los geosistemas antropizados, este análisis al no tener una representación espacial no dan una idea real de sus condiciones de funcionamiento.

c) Representación cartográfica.

- Se emplea el fondo cualitativo para representar los aspectos evaluativos. Los métodos de las áreas y los símbolos fuera de escala con mayor frecuencia y los cartogramas y cartodiagramas para representar información adicional sobre las evaluaciones realizadas y para caracterizar los elementos en los mapas analíticos.
- Se trabaja con escalas pequeñas.

Segunda etapa (1986-1988): Se aplica el enfoque geosistémico en las investigaciones realizadas en esta etapa, fundamentalmente en el análisis de la problemática ambiental como parte de los estudios integrales realizados a nivel provincial. Se fundamenta el enfoque geoecológico como criterio de evaluación para la optimización del medio ambiente. Se inician las investigaciones geográfico-médicas como parte de los estudios ambientales. Comienzan las investigaciones a escalas más detalladas, a nivel municipal.

a) Aspectos positivos:

- Las investigaciones medio ambientales se incluyen dentro de los estudios geográfico integrales de carácter territorial a nivel provincial realizados por el Instituto de Geografía, a solicitud de sus gobiernos, lo que permite recopilar una amplia y detallada información.
- Se realizan, por primera vez investigaciones ambientales con un carácter médico-geográfico y divulgativas, que contribuyeron a la educación ambiental formal y no formal; aspectos que no fueron abordados en la etapa anterior.

b) Limitantes:

- Las investigaciones ambientales llevadas a cabo en los estudios integrales de carácter territorial, no llegan aún en esta etapa que se analiza a ser evaluativas.

c) Representación cartográfica:

- Predominan los mapas analíticos, como resultado final de las investigaciones.

- Se trabaja fundamentalmente a escalas medias y grandes. Aumenta considerablemente el nivel de detalle propuesto en las investigaciones.
- Se emplea el método de fondo cualitativo para caracterizar la diferenciación de los tipos de geosistemas fundamentalmente. Se emplean los símbolos fuera de escala y el método de las áreas para representar las fuentes y factores de estrés.
- Tercera etapa (1989-1990): Por primera vez se realizan estudios medio ambientales de carácter integral con mayor grado de detalle que los realizados para todo el territorio nacional y a nivel provincial. Estas investigaciones realizadas en un municipio a una escala más detallada tuvieron un notable valor teórico y metodológico pues con ellas se profundizaba en el conocimiento de las leyes y regularidades de las interrelaciones en el sistema Naturaleza-Economía - Población en un marco espacio-temporal dado, a la vez que se abordaron de forma coherente los fundamentos y métodos de la planificación ecológica y de la optimización espacial del medio ambiente, basados en el enfoque geosistémico. Se profundiza en el estudio de los geosistemas urbanos y agropecuarios. Continúan las investigaciones ambientales para los estudios integrales a nivel provincial, ahora con un carácter evaluativo. Las investigaciones geográfico-médicas se profundizan, y comienza a manejarse criterios sobre salud y medio ambiente.

a) Aspectos positivos:

- Con el empleo del enfoque geosistémico se realizan investigaciones de carácter más acabado, las cuales tienen el objetivo de conocer la aptitud funcional del potencial natural del paisaje para hacer propuestas de gestión y manejo optimizado del medio ambiente.
- Se realiza la evaluación geoecológica como parte de los estudios territoriales, esto brindó la información necesaria a los gobiernos provinciales de las condiciones de funcionamiento de los geosistemas naturales y antropizados y del manejo que debe hacerse de los mismos.
- La evaluación del estado del medio ambiente y de salud de la población en algunos municipios de ciudad de La Habana, permitió establecer relaciones entre las condiciones naturales y socioeconómicas con la incidencia de determinadas enfermedades.

b) Limitaciones:

- En esta etapa no se realizan estudios de carácter educativo, como parte de la concientización individual y colectiva de la población.

c) Representación cartográfica:

- Predominan los mapas sintéticos como resultado final de las investigaciones. Estos mapas muestran la etapa final de las investigaciones evaluativas.
- Se trabaja fundamentalmente a escalas medias y grandes.
- El fondo cualitativo se emplea para representar aspectos de carácter sintético. Se utiliza el doble fondo cualitativo (color y rayado) para representar dos niveles de importancia en la leyenda: la diferenciación de los geosistemas y la evaluación geoecológica. Los símbolos fuera de escala y el método de áreas se utilizan para representar las fuentes y factores de estrés.

Cuarta etapa (1991-1994): Los estudios del medio ambiente en el inicio de la etapa perdieron fuerza. Esto tuvo sus causas en el diseño del plan de resultados, que dispersó el núcleo de

investigadores que hasta finales del año 1990, venía llevando estas investigaciones. No obstante se elaboró una metodología que fundamenta la evaluación geoecológica de los geosistemas urbanos y se hace una validación de la misma en La Habana Vieja, Cuba y en el Viejo San Juan, Puerto Rico. Se inician las investigaciones dirigidas a optimizar el desarrollo de las actividades recreativo-turísticas en función del potencial natural y socioeconómico de los territorios.

A mediados del año 1993, se crea el Departamento de Medio Ambiente, en la nueva estructura del Instituto de Geografía. Este nuevo departamento surge en un marco propicio, pues a partir de la Cumbre de Río, en 1992, Cuba trazó su estrategia de respuesta a los acuerdos internacionales en tan importante reunión, y elaboró su "Agenda 21" un conjunto de propuestas y acciones de alcance nacional e internacional con el objetivo de detener los procesos de deterioro de nuestro país y los del planeta y en él se consideran los intereses y condiciones de nuestros proyectos de desarrollo económico y social y la problemática ambiental. En apoyo a esta estrategia, el Departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía, está llamado a jugar un rol importante en el desafío que significa lograr un desarrollo sostenible en Cuba y para ello tendrá la siguiente misión: Desarrollar el conocimiento científico en cuanto a la interrelación de los elementos del sistema naturaleza-sociedad. Generar, realizar y coordinar investigaciones y servicios científico-técnicos mediante la evaluación geoecológica y de impacto ambiental; con el uso de técnicas de avanzadas con un enfoque geosistémico teórico, metodológico y aplicado, dirigido a contribuir a la solución de problemas relacionados con el medio ambiente a escala local, regional y global. Propiciar la introducción y generalización de los resultados con vistas a lograr un desarrollo sostenible.

a) Aspectos positivos:

- La propuesta de una nueva metodología para el estudio de los geosistemas urbanos permite profundizar en las interrelaciones que se establecen entre las funciones del territorio y la población.
- Se profundiza en las interrelaciones e interacciones entre las actividades recreativo-turísticas y el medio ambiente.
- El hecho de crear el Departamento de Medio Ambiente en la nueva estructura del Instituto de Geografía, consolidó la aplicación práctica de la Geografía en la solución de los problemas ambientales.
- Se iniciaron las evaluaciones de impacto ambiental.
- Se profundizó en los estudios de Geografía de la Salud.
- Se destaca el papel de la educación ambiental como elemento importante para lograr un desarrollo sostenible.

b) Limitantes:

- La necesidad urgente de solucionar los problemas ambientales creados por el desarrollo económico y social en Cuba crearon en esta etapa un desbalance entre el desarrollo teórico de la Geografía del Medio Ambiente y su aplicación en la práctica social, con inclinación hacia ésta última.

---

c) Representación cartográfica:

- Se continúa utilizando los mismos criterios de representación de la segunda y tercera etapa para las investigaciones referidas a las actividades recreativo-turísticas.
- Se crea para la evaluación de los geosistemas urbanos un código que indica la actividad que impacta y el geocomponente afectado.
- En general no existieron variaciones en la representación cartográfica de los problemas ambientales en esta etapa.

Quinta etapa (1995-2000): En esta etapa se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, dentro de el, la Agencia de Medio Ambiente a la cual pasó a integrar el Instituto de Geografía Tropical. Se promulgó una nueva Ley de Medio Ambiente, y asociada a ella resoluciones, decretos- leyes dirigidos a regir el medio ambiente en Cuba.

Sin embargo, en el Instituto de Geografía la no permanencia de un jefe de Departamento de Medio Ambiente fijo y de sus integrantes tuvo su influencia en el desarrollo de las investigaciones. No obstante se elaboraron proyectos que introdujeron con sus resultados una actualización de la metodología aplicada en la etapa anterior y a la vez conllevaron al análisis de los demás enfoques de análisis ambiental utilizados en el país e internacionalmente.

a) Aspectos positivos:

- Análisis y valoración de conceptos y metodologías de la Geografía del Medio Ambiente.
- Profundización en el enfoque geoecológico como soporte teórico y metodológico en la solución práctica para la ordenación funcional de los territorios en la búsqueda de un desarrollo sostenible y la protección de la bio y geodiversidad.
- Desarrollo de las investigaciones de evaluación de impacto ambiental como vía necesaria para el diagnóstico y pronóstico del estado del medio ambiente, y alternativas para la solución de los problemas creados; así como para determinar la factibilidad de ejecución de proyectos de diversa índole que puedan deteriorar en cantidad y calidad los recursos que condicionan o sustentan la vida, mediante su aplicación en las Consultorías ambientales CESIGMA y CONAM.
- Aporte de elementos sobre el problema del medio ambiente en los niveles locales y regionales, como eslabones interactuantes en el proceso de cambios globales.
- Se establecieron vínculos entre el Sendero Nacional Cubano, opción del turismo de naturaleza y la educación ambiental fundamentalmente de las comunidades locales como resultado de un proyecto.

b) Limitantes:

La gran carga de trabajo en diferentes proyectos de los integrantes del Departamento conspiró con una mayor profundización en las investigaciones.

### III.3. LA CONCEPCIÓN DE LOS PAISAJES: UNA VISIÓN INTEGRADORA DE LA NATURALEZA Y LA SOCIEDAD

Dr. José Mateo Rodríguez Y Dr. J. Alfredo Cabrera Hernández

- **Evolución y actualidad de los paisajes**

La concepción científica de los paisajes tiene una larga y controvertida historia, que se relaciona estrechamente con las tentativas de establecimiento de una unidad espacial compleja. Sus raíces más profundas se encuentran en los trabajos de Humboldt (1769-1859), Dokuchaev (1846-1903) y otros sabios del siglo XIX, que mantuvieron la capacidad de estudiar el "todo", a pesar de ser ésta una época de intensa especialización del pensamiento científico.

En el prefacio de su obra monumental "COSMOS", Humboldt escribió que lo supremo era comprender el mundo de los fenómenos y de las formas físicas en su conexión y mutuas influencias. Por su parte, Dokuchaev, desarrolló sus concepciones acerca del suelo como espejo del paisaje y acerca de la zonalidad natural, que fueron la base para el desarrollo posterior de la síntesis geográfica.

A lo largo del siglo XX continuó el desarrollo de la ciencia de los paisajes y se han consolidado, entonces, diversas "escuelas".

La escuela alemana se mantiene en la avanzada, y después de las obras clásicas de Humboldt, Ferdinand von Richthofen, Sigfrid Passarge y Alfred Hettner, aparecen los trabajos de Carl Troll, a quien se debe la concepción geocológica original del paisaje. El incorporó las nociones ecológicas de avanzada a la visión geográfica y habló de Ecología del Paisaje, que más tarde redefinió como Geoecología. Otros destacados científicos de esta escuela paisajística alemana son J. Schmithüsen, O. Schlter, E. Neef, G. Haase y H. Richter. Todos ellos contribuyeron al desarrollo de las ideas acerca de la interrelación hombre-naturaleza y sentaron las bases para la moderna acepción ecológico-humana de los paisajes. Cabe destacar que 1967 E. Neef publicó su obra "Los fundamentos teóricos de la ciencia del paisaje" que tiene el inmenso mérito de sintetizar coherentemente todos los conocimientos acumulados hasta entonces, sobre la concepción de los paisajes. Otro alemán, G. Haase desarrolló las ideas sobre el potencial de los paisajes como una vía para organizar la utilización racional y efectiva de los recursos naturales.

Debe reconocerse una escuela soviética, que en la época de florecimiento y consolidación del campo socialista, ahora prácticamente extinguido, se extendió hasta estructurar una "escuela socialista", cuyos trabajos aplicados al medio ambiente trajeron aparejado un particular desarrollo de la teoría de los paisajes.

Entre los muchos autores de esta escuela merecen ser mencionados V.B. Sóchava, el iniciador de la teoría de los geosistemas, S.V.Kalesnik, A.G. Isachenko, I. Guerásimov, V.S. Preobrazhenskii y A.M. Riábchikov. Es lamentable, en el plano científico, que esta escuela de paisaje se haya fragmentado y debilitado en los últimos años, porque lo cierto es que sus postulados teórico-metodológicos y sus realizaciones aplicadas se encuentran aún en la base de sustentación de la doctrina paisajística moderna.

La afinidad de las escuelas paisajísticas de Europa Oriental, se hace evidente en 1884 cuando aparece el "Diccionario Interpretativo de Protección de los Paisajes", documento de estudio

obligado para todos los estudiosos de la teoría paisajística, el cual fue elaborado por un nutrido colectivo internacional de autores, bajo la dirección de V.S. Preobrazhenskii.

En la década del 40 del actual siglo, se conocieron los estudios emprendidos por los investigadores australianos, encabezados por K. Christian y O. Stewar, que impresionan al mundo con sus "levantamientos de tierras". Estos trabajos, realizados por equipos multidisciplinarios, conformados principalmente por geógrafos, geomorfólogos, edafólogos y biogeógrafos, se distinguen por su alto valor práctico y aplicado, intensa utilización de las fotos aéreas a escalas medias y un sistema particular de diferenciación paisajística, más bien descriptivo que funcional, basado en índices diagnósticos de relieve, suelo, y vegetación.

Las escuelas anglosajonas también han hecho notables aportaciones teóricas, principalmente en la comprensión integrada del paisaje. Se destacan aquí las obras clásicas de Ch. Smuts, del biólogo inglés A.G. Tansley (que propuso el concepto ecosistema), L.V. Bertalanfy y J.L. Mc Harg que encuentran su continuidad en los estudios de geoecología de los paisajes realizados por investigadores contemporáneos de renombre, tales como S. Rowe, Peterson, Forman, Gordon, Kavanagh e Iacobelli.

Por su parte, la escuela francesa centra su mayor atención en los aspectos dinámicos y ecológicos, y se destacan los aportes de Georges Bertrand y, posteriormente, G. Cabussel, G. Rougerie, F. Moraud, A. Dauphiné, J. Killian y J. Tricart. Puede considerarse una definición clásica de paisaje la propuesta por Bertrand que lo entiende como una porción de espacio caracterizada por un tipo de combinación dinámica, por consiguiente inestable, de elementos geográficos, biológicos y antrópicos que al reaccionar dialécticamente entre sí, hacen del paisaje un conjunto indisociable que evoluciona en bloque, tanto bajo el efecto de las interacciones entre los elementos que lo constituyen, como bajo el efecto de la dinámica propia de cada uno de los elementos considerados separadamente.

No puede desconocerse tampoco, la escuela ibérica de los paisajes que tiene diversas tendencias teórico-metodológicas surgidas desde uno de los precursores de los estudios globales de la naturaleza, el Dr. Manuel de Terán y representados en las obras de Martínez de Pisón, Rodríguez Martínez, Ortega Alba, Gómez Orea, F.G. Bernáldez y María de Bolós: Capdevila, entre otros.

De esta forma, junto a los fundamentos como disciplina natural, se van forjando las bases para una visión socioeconómica, cultural y psicológica del paisaje.

El concepto paisaje después de esta larga evolución en el campo científico, se ha convertido, a las puertas del siglo XXI, en un instrumento conceptual-metodológico muy útil, que nos permite apreciar e interpretar el entorno de una manera íntegra y objetiva. Es ampliamente utilizado y constituye ya una categoría de carácter transdisciplinario. En los círculos profesionales, la noción de paisaje se ha profundizado y diversificado y se le concibe como un geosistema espacio-temporal, complejo y abierto que se origina y evoluciona justamente en la interfaz naturaleza-sociedad. Se reconoce que su composición, estructura y dinamismo reflejan la interacción, no sólo entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), sino también entre los componentes técnico-económicos, sociales y culturales, y entre todos estos grupos de componentes.

El paisaje como sistema geoecológico de base es interpretado indistintamente, y según convenga, como fuente de recursos y objeto de las actividades socio-productivas humanas, como medio de

vida de los seres vivos (ecosistemas) y del hombre (ecosistemas humanos), como unidad estratégica de partida en el diseño e implementación del desarrollo sostenible, como fuente de información y de extrapolaciones y generalizaciones científicas, como "laboratorio" en las investigaciones científicas, como sistema ambiental de referencia y como sustrato de una educación ambiental y estética.

Se ha impuesto la idea de que cada paisaje representa un grado de asimilación y adecuación de la naturaleza, mediante el trabajo humano. El paisaje es considerado un "síndrome" que nos habla de las relaciones y procesos visibles e invisibles, gracias a lo cual no sólo conocemos el estado actual del sistema geocológico, sino también sus tendencias evolutivas. Es una huella de la cultura humana, objetivizada en el espacio sobre la base de las necesidades y posibilidades histórico-sociales y técnico-científicas, siempre a partir de determinados fundamentos naturales concretos.

El enfoque de los paisajes tiene una clara expresividad espacial y cartográfica y por ello es cada vez más utilizado en los estudios sobre la lógica interior de la naturaleza y sobre la interrelación entre ésta y la sociedad. La percepción del paisaje ha alcanzado, pues, dimensiones técnico-económicas, estético-culturales, psicológico-sentimentales, espacio-temporal y ecológico-ambientales.

Los largos y duros años de estudio e investigación de los paisajes, han contribuido a reconocer la totalidad dialéctica y entender la posición y el papel de los seres vivos y del hombre en el binomio inseparable sociedad-naturaleza; han servido para formar una teoría coherente, un basamento metodológico y un conjunto de técnicas y procedimientos para analizar al paisaje como una conexión estructuro-funcional, como un continuo espacio-temporal, sobre cuyas bases se pueden tomar mejores decisiones.

Es indudable, pues, que uno de los puntos de partida básicos de la construcción del nuevo paradigma holístico-ambiental ha sido la concepción científica de los paisajes.

Hay que decir que la falta de una visión sistémica es la causa primaria de la mayoría de los problemas ambientales que hoy nos afectan. Vivimos e interactuamos con sistemas, que semejan naves espaciales, las cuales deben ser bien manejadas para que no terminen por destruirse con todos sus elementos a bordo. Así, junto a los estudios de componentes aislados, se están imponiendo, cada vez más, los enfoques de sistemas que constituyen una vía más eficaz para la comprensión sintética, constructivista y prescriptiva del entorno.

- **Sistematización científica de los paisajes. Unidades tipológicas e individuales.**

Para lograr la sistematización científica de los conocimientos sobre los paisajes y establecer su diferenciación espacial de partida se utilizan dos vías fundamentales: la de las unidades tipológicas y la de las unidades individuales.

La tipología, en esencia, consiste en la determinación de los tipos de paisajes vistos como geosistemas repetibles y caracterizados por la unidad dialéctica de sus componentes. La clasificación tipológica de los paisajes puede basarse en diferentes criterios, tales como la dominancia de ciertos elementos, las características espaciales, la escala temporal, la funcionalidad, la génesis y la combinación de estos parámetros, entre otros.



De esta forma, se determinan diversas categorías o niveles taxonómicos de los paisajes que se basan en índices diagnósticos pre-establecidos. Cualquier sistema de unidades constituye siempre una aproximación a la realidad objetiva y depende, en gran medida, de la escala y de los objetivos de estudio. Un sistema de unidades tipológicas integrado por cuatro unidades básicas: clases, grupos, géneros y especies se muestra a manera de ejemplo representativo.

La vía individual para la diferenciación de los paisajes parte del criterio de que cada uno de ellos tiene cierta estructura interna y mecanismos de funcionamiento propios. Pero, al mismo tiempo, todos los paisajes actúan como geosistemas abiertos y establecen nexos espaciales unos con los otros. Así, mediante un análisis espacio funcional y de las ligaduras horizontales, los paisajes pueden ser integrados o desagregados en forma de módulos mayores o menores. Este análisis desemboca siempre en el establecimiento de regiones, localidades, comarcas y otras unidades individuales, irrepetibles en espacio y tiempo, que se determinan sobre la base de índices diagnósticos diferenciadores. Un sistema de unidades individuales que parte de las regiones, pasa por los niveles de subregiones, localidades y puede llegar, a escalas detalladas, hasta las comarcas.

Las regiones son las unidades individuales superiores que se distinguen por una homogeneidad relativa de la estructura geológica (regiones geoestructurales), predominio de ciertos tipos morfotectónicos y genéticos de relieve, uniformidad de las condiciones climático-hidrográficas y cierta combinación espacial de clases de paisajes.

Las subregiones se ubican dentro de los límites de una región y están formadas, a su vez, por localidades. Se distinguen por el dominio de determinados grupos de paisajes. Por lo general, las subregiones se desarrollan sobre un mismo complejo geomorfológico y fundamento litológico, y en ellas se presentan asociaciones específicas de tipos de suelos, así como de formaciones vegetales y sus modificaciones antropogénicas.

Las localidades constituyen un nivel taxonómico básico y su formación se relaciona directamente con particularidades geoestructurales y diferencias litológicas y geomorfológicas específicas, siempre bajo la influencia de un clima más uniforme. Para las localidades es característica cierta combinación espacial de géneros y especies de paisajes. Se aprecia una mayor correspondencia con determinados complejos morfogénicos de relieve, un mismo fundamento litológico, las mismas condiciones climáticas e hidrográficas, así como determinada combinación de subtipos de suelos y formaciones vegetales o formas de utilización de la tierra.

- **El análisis paisajístico. Génesis y estructura de los paisajes.**

Gradualmente, las investigaciones dedicadas exclusivamente a la distinción y cartografía de los paisajes, han cedido en importancia ante las investigaciones aplicadas que están desempeñando ya un significativo papel en la protección del medio ambiente y en las estrategias para un desarrollo sostenible. Esto obliga al seguimiento de una serie de etapas reflexivas partiendo del inventario, caracterización y mapificación de los paisajes hasta llegar a la evaluación de sus potencialidades y limitantes y culminar con las propuestas para el manejo integrado y la protección de los mismos. Se hace necesario, pues, la valoración de los atributos o propiedades esenciales de los paisajes y la sistematización de sus indicadores básicos. Esta fase del estudio teórico-práctico de los paisajes se conoce como "análisis

paisajístico" y comprende la indagación profunda de la génesis, la estructura, el funcionamiento, la dinámica y la antropogénesis de los mismos.

Con respecto a la génesis se reconoce que, en un principio, la formación de los paisajes estuvo regida sólo por los procesos naturales asociados a ciertos factores tectolitológicos, geomorfogénicos y climático-hidrográficos, pero más tarde se sumaron los complicados factores biogénicos y pedogénicos y, finalmente, con la aparición y desarrollo de la humanidad y sus múltiples actividades socio-productivas comienza la influencia decisiva de los procesos antropogénicos de los paisajes. Así, la formación de los paisajes se ha complicado cada vez más, pasando de geosistemas físico-químicos, a geosistemas físico-químico-bióticos y finalmente, tal como los percibimos ahora, a geosistemas físico-químico-biótico-antrópicos. De todas formas, en un nivel de abstracción científica, es posible distinguir la influencia predominante de uno o de ciertos factores, que en su interacción con los restantes son determinantes, y por eso es lícito hablar de paisajes geomorfológicos, paisajes hidrobiogénicos, paisajes cálidos ecuatoriales o paisajes antropogénicos, por citar sólo algunos ejemplos.

El concepto paisaje desde su mismo surgimiento se insertó en una corriente de pensamiento estructuralista y sistémico, por lo que rápidamente se estableció la idea esencial de que los componentes de los paisajes tienen que ser analizados en sus múltiples interacciones. Surge así, la noción de la estructura vertical, entre componentes, que es cosustancial al concepto mismo de paisaje. En la actualidad, se define como estructura vertical de los paisajes "la carga de elementos que los integran (componentes), su disposición y el carácter de las relaciones entre los mismos" (Mateo,1991; Marja de Bolós et al.1992).

El análisis de la estructura vertical de los paisajes puede realizarse sobre la base de diversos métodos, ya sean gráficos, cualitativos o matemáticos.

Sin embargo, no sólo existe cierta disposición e interconexión entre los componentes de los paisajes, sino también entre unos paisajes y otros. Esta es la estructura horizontal o espacial, que tiene enorme valor práctico a la hora de ordenar un territorio, hacer evaluaciones estéticas u de otro tipo, adecuadas a ciertas proyecciones de utilización. Desde el punto de vista cognoscitivo, la estructura horizontal nos indica relaciones que no lograríamos descubrir estudiando sólo la estructura vertical. El estudio de la estructura horizontal se torna más complicado en la medida que se trata de regiones muy extensas o espacialmente muy heterogéneas. El origen de la diferenciación horizontal es mixto, pues, por lo general, responde tanto a factores naturales como a factores antropogénicos. Una estrategia acertada de las actividades humanas que ocupan los distintos escenarios espaciales debía ser mantener y, si es posible, acrecentar la diversidad natural

También para el estudio de la estructura horizontal se aplican diversos métodos gráficos cualitativos y matemáticos, entre otros que permiten determinar las regiones de mayores o menores contrastes paisajísticos. En los últimos años bajo la influencia creciente de las técnicas de teledetección se le ha prestado mucha atención a la "vista en planta" o "desde arriba" de las unidades de paisajes. Según una expresión de Solntsev (citado por Neviazhskii,1987) "La tierra está compuesta de dibujos específicos". Así, basándonos en las líneas, formas y otros elementos de las imágenes que forman los paisajes podemos interpretar mejor la estructura espacial, y se pueden precisar los paisajes dominantes o subdominantes,

los que forman bordes o ribetes, los que arman el esqueleto o armazón del territorio o los que originan dibujos en esa estructura y como tal cumplen ciertas funciones dentro de ese espacio. Este análisis revela aspectos muy interesantes de la formación, diferenciación y tendencias evolutivas de los paisajes y ello, obviamente, es una información básica al momento de ordenar, proteger y desarrollar un espacio cualquiera.

### **Dinámica de los paisajes.**

En nuestros días no quedan dudas acerca del gran dinamismo que caracteriza a los paisajes y de la necesidad de conocer profundamente ese dinamismo si pretendemos su uso racional y protección.

El eslabón de partida de esta conceptualización es el funcionamiento geocológico de los paisajes, entendido éste, como la "secuencia permanente de procesos que condicionan el intercambio de energía y sustancias, gracias a lo cual se mantiene un mismo status del paisaje para un corte de tiempo dado (Mateo,1991). El funcionamiento es, pues, la base de la estabilidad de un paisaje y está determinado por las distintas combinaciones energéticas y de procesos asociados. Según una expresión de F.Dagognet (citado por M. de Bolós, 1992) "el paisaje es el lugar de las energías en lucha, de los conflictos de la naturaleza." Podemos dividir los intercambios energético-sustanciales a través de los procesos del funcionamiento en dos grandes grupos: los naturales y los antropogénicos, aunque en la realidad concreta, todos estos procesos se combinan y originan mecanismos de funcionamiento muy complejos.

Los estudios de funcionamiento geocológico de los paisajes son muy complicados, pues requieren de observaciones estacionarias o semiestacionarias, a escalas muy detalladas. Además, el flujo de energías y sustancias en el sentido horizontal es tan grande e influyente como el que se produce en el sentido vertical y, de esta forma, tienen lugar los procesos alogénicos (desde afuera) que pueden incluso, crear tendencias opuestas a las que deben condicionar los procesos internos de los paisajes. En la literatura científica se han utilizado diferentes denominaciones y vías para el reconocimiento de estas conexiones funcionales horizontales. Se habla de "sistemas vectoriales", de "sistemas paragenéticos", de "catenas funcionales" o de "sistemas paradinámicos" (Mateo,1991). Lo más importante es siempre la determinación de los paisajes emisores, colectores o de tránsito de acuerdo con el papel que desempeñan en la circulación energética-sustancial horizontal de una región dada. En estudios detallados se pueden establecer otras categorías intermedias y complementarias. Un lugar muy especial lo ocupan los "ecotonos paisajísticos" o áreas transicionales, en que se advierte una intensificación del intercambio de sustancias y energías.

La estabilidad geodinámica de los paisajes caracteriza "la capacidad de los mismos, para funcionar normalmente sin cambios en su estructura básica, en un diapasón determinado de condiciones naturales y de impactos antropogénicos" (Mateo,1991). Cada paisaje experimenta en el tiempo una secuencia de cambios reversibles (dinámicos) e irreversibles (evolutivos) que garantizan su acercamiento constante a cierto estado de equilibrio geodinámico.

Mediante el estudio de la estabilidad geodinámica de los paisajes "descubrimos" qué es lo nuevo y lo progresivo, qué se está transformando y qué ha caducado y sólo existe ya como relicto. Se comprende, pues, la estrecha relación existente entre funcionamiento geocológico, estabilidad geodinámica y evolución histórica de los paisajes.

Para estudiar la estabilidad geodinámica de los paisajes, se han propuesto diversos métodos. Uno de ellos, sugerido por Jean Tricart (1982 y 1992) consiste, en esencia, en un análisis cualitativo integrado del balance morfogénesis-pedogénesis, que se corresponde con mayor o menor estabilidad según domine uno u otro proceso. Sin embargo, debe enfatizarse que en la determinación precisa de la estabilidad geodinámica resulta imprescindible incorporar al análisis otros elementos, que inciden también, tales como, la capacidad protectora y estabilizadora de la cobertura vegetal, el grado de litificación o de sedimentación del sustrato, los efectos neotectónicos y la exposición marino-eólica, entre otros.

Además, la estabilidad geodinámica no puede estudiarse solamente desde el punto de vista de los factores y procesos naturales. Es más, en las condiciones actuales de los paisajes contemporáneos fuertemente antropizados, en la estabilidad geodinámica, hay que considerarlos procesos tecnogénicos, económico-productivos y socio-culturales que se reflejan en el funcionamiento, dinámica y evolución de los mismos. Quiere decir que en el análisis paisajístico hay que incluir también el proceso de antropogénesis de los paisajes. En tal sentido tiene gran significado el estudio histórico de las modificaciones humanas de cualquier espacio y el grado de influencia de esas modificaciones que generalmente se asocian al tipo y régimen de los usos de los diferentes territorios.

### **La antropogénesis de los paisajes. Sus regularidades más notables.**

En efecto, la aparición y el desarrollo de la sociedad humana y de sus diversas actividades se han convertido, cada vez más, en un factor muy influyente en la estructura y dinámica de los paisajes. Este proceso de antropogénesis se ha intensificado como nunca antes a partir de la Revolución Científico-Técnica que multiplicó las capacidades humanas para transformar la naturaleza.

Entre los rasgos y regularidades más notables del proceso de antropogénesis de los paisajes pueden destacarse los siguientes:

- ❖ El proceso de antropogénesis sobre los paisajes es siempre un proceso de cambio y desarrollo, tanto para la naturaleza como para la propia sociedad.
- ❖ El proceso de antropogénesis tiene una independencia relativa con respecto a los paisajes, pero no puede olvidarse que el hombre y la sociedad surgen y son parte de la naturaleza y, que por lo tanto, las necesidades naturales de los paisajes deben ser consideradas como primarias y decisivas con respecto a las necesidades y acciones humanas.
- ❖ La principal forma del proceso de antropogénesis de los paisajes es el trabajo, a través del desarrollo de las fuerzas productivas y los adelantos científico-técnicos.
- ❖ El proceso de antropogénesis de los paisajes lleva implícito una cultura ambiental que predetermina ese proceso.
- ❖ Los errores en el proceso de antropogénesis, visto a diferentes escalas espaciales y temporales, son los causantes de los diversos problemas medioambientales que hoy afectan a los paisajes.
- ❖ La actividad humana está presente, en mayor o menor medida, en todos los componentes y en todos los paisajes, aunque esto se manifiesta diferenciadamente y tiene un marcado carácter histórico.

- ❖ El proceso de antropogénesis lleva implícito un proceso adaptativo-adaptador, que ha tenido y tiene diferentes manifestaciones en el espacio y en el tiempo.
- ❖ El proceso de antropogénesis produce cambios en la composición, en la estructura, en el funcionamiento y en la dinámica evolutiva de los paisajes y estos cambios pueden ser reversibles e irreversibles, favorables o perjudiciales.
- ❖ El proceso de antropogénesis puede mantener, acrecentar o disminuir la diversidad natural de los paisajes.

Al final, el proceso de antropogénesis de los paisajes trae aparejado una nueva conformación y dinámica del espacio que surge sobre las bases de la estructura y el funcionamiento natural, por lo que se configura un cuadro de geosistemas, de máxima complejidad, que pueden ser clasificados en naturales o seminaturales, antropo-naturales y antropogénicos.

- **Concepción metodológica de los paisajes.**

Paralelamente, con el desarrollo teórico de la Geoecología de los Paisajes, se ha conformado una concepción metodológica que se compone, por lo menos, de seis fases, cada una de las cuales se distingue por su propio contenido de tareas, instrumentos, diseño técnico, métodos concretos y resultados parciales específicos (Mateo, 1991; Bolós, et al 1992).

En la primera fase de organización (o de proyección) se debe precisar el problema de la investigación, fijar los objetivos, determinar los recursos técnico-materiales y humanos disponibles, delimitar los niveles territoriales y funcionales, proponer los plazos de ejecución y elaborar el diseño y esquema general de trabajo.

La segunda fase es la de inventario, caracterización y cartografía de los paisajes. Aquí lo esencial es determinar las unidades geoecológicas que servirán de base para todo el proceso de investigación, planificación y gestión ambiental. Ello presupone el reconocimiento parcial de los componentes naturales, técnico-económicos y socio-culturales, como preámbulo conveniente a los efectos de delimitar, clasificar, caracterizar integralmente y cartografiar las unidades geoecológicas.

En la tercera fase, la del análisis paisajístico, se estudian los atributos o propiedades básicas de las unidades determinadas anteriormente. Es imprescindible, entonces, el análisis de la génesis, de las estructuras vertical y horizontal, del funcionamiento geoecológico y sus procesos, de la dinámica temporal evolutiva y de las modificaciones antropogénicas en todos sus aspectos (históricos, efectos, etc.).

La cuarta fase es la del diagnóstico y prognosis, en ella se deben reconocer los cambios o impactos que han experimentado los paisajes y como resultado de ello, cuál es el estado geoecológico actual y qué tendencias evolutivas se aprecian en los mismos. En esta etapa es fundamental la evaluación integral de los paisajes, la cual debe incluir la determinación de sus potencialidades y limitantes para el desarrollo, así como identificar los problemas ambientales y geoecológicos del espacio considerado.

La quinta fase es ya la de formular las propocisiones para enfrentar los problemas detectados y pasar a una interacción óptima entre las actividades humanas y los sistemas geoecológicos en que se insertan las mismas. Debe, por ello, establecer el modelo organizativo-funcional que se pretende, las medidas en el uso y ocupación de los paisajes y, sobre la base de la política

ambiental y los resultados de la investigación, proponer la estrategia general y los programas de manejo integrado.

La sexta fase es la de gestión ambiental o geoecológica, la cual abarca la definición de los instrumentos técnicos, jurídicos, educativos, administrativos y económico-financieros, que faciliten el cumplimiento de la estrategia propuesta. También resulta fundamental el establecimiento y cumplimiento de los mecanismos para el seguimiento o monitoreo, el control y la introducción, si es necesario, de correcciones del manejo integrado.

Este es el modelo metodológico ideal que debe guiar las acciones de investigación y gestión geoecológica. En la práctica puede experimentar adecuaciones bajo la influencia de limitaciones de recursos de cualquier tipo, peculiaridades y tamaño del área, antecedentes de estudio, exigencias de tiempo o, incluso, la experiencia creadora, entre otras cuestiones.

De cualquier forma, un cúmulo de tareas tan complicadas y disímiles, lleva aparejado un trabajo en equipos, con una clara distinción de las responsabilidades científicas, técnico-administrativas, de ejecución y gestión, y de validación social, entre otras. Lo que se impone es la búsqueda de una integración multidisciplinaria efectiva, que garantice una dimensión holística de la investigación y la consiguiente gestión ambiental.

La geoecología de los paisajes pretende facilitar el paso de los enfoques parciales a la visión sistémica. Este enfoque permite abordar de una manera adecuada y objetiva los problemas referentes a la génesis, la diferenciación espacio-temporal, las estructuras vectorial, vertical y horizontal, el funcionamiento geoecológico y la dinámica-evolutiva de los pequeños sistemas de referencia en cuyo contexto histórico, técnico-económico y sociocultural interactúan los componentes y factores naturales y humanos.

- **La síntesis de los paisajes en la protección y utilización sostenible de los territorios.**

La experiencia de muchos decenios demuestra que el fundamento natural para la correcta utilización técnico-productiva de los territorios y para la protección del medio ambiente no son los componentes aislados, sino el mosaico de sistemas que ellos en su interacción conforman sobre cualquier porción de la superficie terrestre.

La síntesis de los paisajes constituye un enfoque que aglutina los diversos aspectos del medio ambiente (técnico-económicos, socioculturales y ecológico-ambientales) a través de su dimensión espacio-temporal.

De esta forma, las unidades de paisajes constituyen sistemas espaciales, complejos y jerárquicos que pueden ser tomados como estructuras holísticas de referencia en los estudios aplicados a la protección de la naturaleza y la explotación sostenible de los territorios. Esto se ve fortalecido también por su clara expresión cartográfica, en las diversas escalas de trabajo (regional o local).

La identificación, el tratamiento y la prevención de impactos humanos son tareas enmarcables en las concepciones teórico-metodológicas de los paisajes. Para ello es esencial considerar los impactos como cambios, derivados de acciones humanas, que se manifiestan en todo el sistema de referencia, aportando a los mecanismos funcionales del mismo, una determinada carga de energía y sustancias que se revierte en la conformación de una nueva estructura y

dinámica, más o menos distante de las anteriores a la ocurrencia de los impactos. En calidad de elementos o factores, cuyos impactos se evaluarían, podrían tomarse la composición, la estructura, el funcionamiento, la estabilidad y la antropogénesis a través de sus diversos procesos naturales, antro-po-naturales o puramente antrópicos.

La síntesis de los paisajes no implica el menosprecio, ni mucho menos pretende desplazar, a los análisis por componentes, ya que éstos siempre resultarán necesarios en el plano científico y útiles, desde el punto de vista práctico. De lo que se trata es de completar estos análisis parciales con una visión de conjuntos”, pues ambos enfoques son imprescindibles para la captación global y objetiva del entorno. Debe lograrse así un diagnóstico integral del territorio.

Deben quedar reveladas las potencialidades y restricciones de los paisajes, se deben proponer las diferentes alternativas de uso y protección ambiental y debe avanzarse en la adopción de un modelo de desarrollo en que queden equilibradas las dimensiones económica, social y ecológica.

El resultado final es, pues, la creación de un nuevo geosistema, que responde mejor a las necesidades humanas y ambientales de todo tipo.

La meta final de toda la concepción teórico-metodológica de la Geoecología de los paisajes está dirigida, en su aspecto práctico, al logro de un escenario íntegro con una estructura funcional óptima, en que mediante un enfoque más global, que considere por igual las dimensiones técnico-económica y socio-cultural se minimice la degradación ecológico-ambiental y se configure un espacio sostenible en que se maximicen los resultados de la utilización y protección de las unidades geoecológicas.

Cabe preguntarse, entonces, ¿ qué rasgos deben caracterizar a un paisaje para que podamos categorizarlo como óptimo o sostenible?.

Las exigencias al respecto pueden ser muchas y estos rasgos, hasta ahora, se presentan sólo como tendencias de ciertos espacios. Pero se pueden enumerar los siguientes rasgos esenciales:

- Diversidad de uso en correspondencia con la diversidad natural.
- No deben considerarse partes ociosas; cada porción tiene alguna función, ya sea natural, social o económica.
- Deben predominar las áreas verdes.
- Hay que garantizar una alta calidad estética y condiciones higiénico-sanitarias favorables.
- Deben respetarse la estructura y los flujos funcionales, y contrarrestarse los procesos degradantes o nocivos.
- Utilización y reproducción máxima de recursos y fuentes de energías renovables.
- La productividad y la eficiencia económica deben satisfacer las necesidades sociales y ambientales.

- La preocupación por la cultura ambiental y la equidad social debe estar en el centro de la atención, para lo que se requiere entendimiento y cooperación entre el poder y la población local.
- El monitoreo, el control y la corrección deben estar presente en todas las partes y en todas las actividades esenciales.
- **Investigación y aplicación práctica de los paisajes en Cuba.**

La concepción científica de los paisajes se dio a conocer en Cuba a finales de la pasada década del 60, gracias a las sucesivas visitas de prestigiosos especialistas de los paisajes, entre los que se cuentan los rusos A.M. Riábchikov y E.N. Lukashova, el francés G. Buadet y la geógrafa australiana M. Baker.

Paralelamente, comenzaron los trabajos de campo por parte de la Universidad de la Habana dirigidos al levantamiento de las unidades de paisajes en la Sierra Maestra, la Sierra del Rosario y otras regiones de Cuba, que más bien lograron inventariar las características por componentes (fundamentalmente clima, relieve, suelo y vegetación), pero que no pudieron esclarecer las relaciones entre los componentes ni tampoco determinar las unidades físico-geográficas integrales.

Es a partir de 1972-1974, durante las investigaciones llevadas a cabo en la Llanura Sur de la Habana, que se conciben estudios integrales con la participación de geomorfólogos, edafólogos y biogeógrafos, que se inicia la identificación, cartografía y caracterización de los paisajes del nivel local.

Entre 1976-1980, bajo la dirección de G.M. Ignatiev y E.N. Lukashova, José Mateo realizó estudios en la Universidad Estatal de Moscú que le permitieron obtener el doctorado con su tesis sobre los paisajes de Cuba, en que se presentó, por primera vez, una tipología de los paisajes y una regionalización físico-geográfica, a escala pequeña, de Cuba y de la región vecina de América del Centro, además, de un estudio detallado, a escala 1:50 000 de los paisajes del nivel local de una amplia porción de la Llanura Sur de la Habana. En esta tesis, también se aborda por primera vez, la cuestión referida a las etapas y tipos de modificaciones antropogénicas de los paisajes de Cuba.

Durante la década del 80 se amplían considerablemente los trabajos de levantamientos de paisajes del nivel local en una gran parte del territorio nacional, con la participación de numerosos especialistas e instituciones del país. Gradualmente se va logrando una generalización de las unidades y de los métodos para la distinción, clasificación, cartografía y caracterización integral de los paisajes así como se establece una concepción para la evaluación de las condiciones y recursos de los paisajes, sobre la base del esclarecimiento de las modificaciones antropogénicas de las mismas. Se pasa así, cada vez más, de la concepción teórico metodológica a un nivel de aplicación práctica de los paisajes.

La sección de paisajes incluida en el "Nuevo Atlas Nacional de Cuba", obra colosal aparecida en 1989, evidencia una consolidación del enfoque de los paisajes en el país, y ya en la década del 90 se inicia una etapa fundamental cuyo rasgo más característico no es la insistencia en la determinación y cartografía de las unidades de paisajes, sino una pronunciada atención a la estructuración sistémica, al análisis funcional, a los cambios dinámicos y evolutivos, así como a la aplicación práctica de los paisajes en los análisis ambientales y en el diseño y consecución



real de un desarrollo verdaderamente sostenible. Son muchos los especialistas y numerosas las investigaciones que se inscriben en estas nuevas direcciones científicas de los paisajes.

Nuevas aplicaciones prácticas, el estudio de la estabilidad geoecológica y de las relaciones horizontales, la elaboración de los procedimientos para la realización de las Evaluaciones de Impacto Ambiental sobre una base paisajística, el desarrollo del modelamiento y la cibernética en los estudios, la organización y puesta en marcha del monitoreo geoecológico paisajístico, la atención a los aspectos perceptuales y propiedades estético escénicas, el perfeccionamiento de las concepciones para el ordenamiento y reordenamiento espacial, entre otras, son las direcciones que se imponen como tendencias en el desarrollo perspectivo de la doctrina científica de los paisajes.

---

**ENFOQUE DE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE SEGÚN LA ESCUELA NORTEAMERICANA.**

Leda Menéndez, Angel G. Priego, Armando V. González y Lázaro Rodríguez.

En Norteamérica, la Ecología del Paisaje surge como tal en la década de los 80, los conceptos y principios básicos se recogen en el libro *Landscape Ecology*. de Richard T.T. Forman y Michel Godron, 1986 La bibliografía reseñada en esta obra documenta mil ciento treinta y ocho referencias que en su mayoría está conformado por los trabajos de la ecología más clásica con un fuerte enfoque biológico, y solamente se citan unos pocos trabajos referidos a ecología del paisaje como tal, de estos, cuatro son de Carl Troll de los años 1950, 1966, 1968 y 1971, y otros artículos publicados de 1981 en el libro *Perspectivas en la ecología del paisaje*, un par de referencias que hablan en el título de ecología del paisaje, y los más recientes, anteriores todos a 1986, son los presentados en el *Primer seminario metodológico en investigaciones ecológicas del paisaje y planeamiento*, celebrado en Dinamarca en 1984.

Con la publicación de este libro se definen los principales lineamientos de la escuela norteamericana de ecología del paisaje. El primer autor de este libro, Richard T.T. Forman publicó dos artículos en 1979 en el libro *Ecosistema y paisaje*, en 1983 presenta artículos acerca de los corredores y el paisaje referidos a su estructura y función ecológica, y los parches y los componentes estructurales del paisaje; en 1984 junto a Michel Godron, presenta el trabajo *Principios de la ecología del paisaje y función de los paisajes*.

El libro ***Landscape Ecology*** contiene 14 capítulos que abarcan los principios y conceptos que fundamentan esta perspectiva de la ecología del paisaje. Analizan los conceptos de ecología del paisaje de otros autores, pero solamente mencionan unos pocos que se señalan a continuación:.

- Troll (1950) define la ecología del paisaje como el estudio de las relaciones físico-biológicas que gobiernan las diferentes unidades espaciales de una región. Considera las relaciones verticales (en una unidad espacial) y las horizontales (entre unidades espaciales)
- Zonneveld (1979) considera el paisaje como una parte del espacio sobre la superficie terrestre formado por un complejo de sistemas determinado por la actividad del agua, aire, plantas, animales y el hombre y que por su forma fisonómica es una entidad reconocible.
- Para Forman y Godron (1986) el paisaje se define como un área terrestre heterogénea compuesta de un conglomerado de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar en el espacio
- En 1995, Forman perfecciona, reafirma y amplía los conceptos y principios de su visión de la ecología del paisaje lo que se materializa con su obra ***Landscape mosaic***.

A continuación se exponen los principales conceptos y principios que sustentan estos autores y que constituyen a nuestro modo de ver, las bases de la escuela norteamericana de ecología del paisaje.

El paisaje se caracteriza por su estructura, función y el cambio, y en la identificación del paisaje consideran que los principales componentes son: matriz, parche y corredor. Estos conceptos son definidos de la siguiente manera:

**Estructura:** Relaciones espaciales entre ecosistemas distintos: distribución de energía, materiales y especies en relación con los tamaños, formas, números, tipos y configuraciones del ecosistema. Todos los paisajes tienen una estructura fundamental común formadas por parches y corredores embebidos de una matriz.

**Función:** Interacción entre elementos espaciales: flujo de energía, materiales y especies entre los componentes del ecosistema.

**Cambio:** Alteración entre la estructura y función del mosaico ecológico en el tiempo.

Para estos autores, los cambios en el tiempo generan heterogeneidad en el paisaje y son causados por:

- Procesos geomorfológicos específicos que ocurren a largo plazo.
- Modelos de colonización de organismos que ocurren a corto y largo plazo.
- Disturbios locales de ecosistemas individuales que ocurren a corto plazo.

Los Principios generales del paisaje que consideran son los siguientes:

- Principio de la estructura y función del paisaje: Los paisajes son heterogéneos y difieren estructuralmente en la distribución de especies, energía y materiales entre los parches, corredores y la matriz. Por ello el paisaje difiere funcionalmente en los flujos de especies, energía y materiales entre los elementos estructurales del paisaje.
- Principio de diversidad biótica: La heterogeneidad del paisaje disminuye la abundancia de las especies raras en el interior y aumenta la abundancia de especies de borde que requieren de dos o más elementos del paisaje y aumenta el potencial total de coexistencia de especies.
- Principio de flujo de especies: La expansión y contracción de especies entre elementos del paisaje tiene un mayor efecto sobre la heterogeneidad del paisaje y es controlada por ésta.
- Principio de redistribución de nutrientes: La proporción de redistribución de nutrientes minerales entre los elementos del paisaje aumenta con la intensidad del disturbio en estos elementos del paisaje.
- Principio de flujo de energía: El flujo de energía calórica y biomasa a través de las fronteras que separan parches, corredores y matriz de un paisaje aumenta con el aumento de la heterogeneidad del paisaje.
- Principio de cambio del paisaje: Cuando no hay perturbación o disturbio, la estructura horizontal del paisaje tiende progresivamente hacia la homogeneidad, un disturbio moderado incrementa rápidamente la heterogeneidad y un disturbio severo puede incrementar o disminuir la heterogeneidad.
- Principio de estabilidad del paisaje: La estabilidad de un mosaico de paisajes puede aumentar por tres vías diferentes: estabilidad del sistema físico (caracterizado por la ausencia de biomasa), recuperación rápida del disturbio (presencia de biomasa baja) y alta resistencia al disturbio (generalmente alta presencia de biomasa).

Para la escuela norteamericana de ecología del paisaje, un elemento importante en el paisaje lo constituyen los Parches:

Definición de parche:

Según Forman y Godron (1986): Superficie no lineal que difiere aparentemente de las demás áreas que la rodean. Los parches pueden ser muy variados tanto en tamaño como en forma, tipo, heterogeneidad y límites. De acuerdo con esto, los parches están contenidos en una matriz que tiene diferentes composición, estructura y espacio. Normalmente los parches en el paisaje son comunidades de plantas y animales, pero pueden existir otros objetos que los autores consideran parches no vivos como caminos, construcciones, rocas, suelo.

Según Forman (1995): Un parche es un área homogénea relativamente amplia que difiere de sus alrededores. Tiene atributos como son ser grande o pequeño, redondo o alargado y con fronteras rectas o arrolladas, los cuales tienen implicaciones ecológicas para la productividad, biodiversidad, suelo y agua.

Las actividades de manejo crean con frecuencia parches pequeños. En la agricultura un tamaño de parche óptimo tiene implicaciones ecológicas y económicas. La curva especie - área de la teoría de la biogeografía de islas nos permite evaluar el número de especies en parches remanentes y perturbados en un mosaico terrestre

Un área grande en equilibrio contiene muchos parches en diferentes estados sucesionales y ha sido llamado mosaico cambiante. Para comprender la dinámica anterior nos centramos en los eventos o agentes causantes de los parches y el cambio de especies en el tiempo. Cada parche tiene una direccionalidad desde las etapas iniciales hasta el "clímax". El balance entre la proporción de iniciación del parche por disturbio y la proporción de sucesión determinan la proporción y dirección del mosaico completo. El mosaico de parches dinámicos es parte de cambios gruesos o amplios en el paisaje o procesos de transformación de la tierra. Generalmente las actividades antropogénicas son las que determinan la proporción y dirección del cambio en los parches. El paisaje cambia en muchas direcciones y a diferentes formas.

Origen y cambio de los parches: Los autores explican que con diferentes acciones como el fuego pueden originarse parches con predominio de diferentes tipos de vegetación.

Mecanismos que originan los parches:

- Perturbaciones.
- Heterogeneidad ambiental
- Plantaciones humanas.

Un *parche perturbado* (con disturbio) resulta de una alteración o disturbio de un área pequeña, mientras que un *parche remanente*, inversamente aparece cuando un área pequeña escapa de un disturbio en los alrededores.

En contraste, un *parche ambiental* (de vegetación) es causado por el parcelamiento del ambiente, tales como roca o tipo de suelo. Los parches de origen ambiental son los que existen previos a la perturbación.

Un *parche regenerado* es un elemento que guarda relación o parecido con un parche remanente. Los parches originados por disturbios en áreas pequeñas sufren una sucesión o

recuperación del disturbio evolucionando en tres procesos: cambios en el tamaño principal de la población, extinción y migración. Estos tienden a desaparecer en corto tiempo al converger en similitud con la matriz y ya no pueden distinguirse. Los parches también pueden originarse por disturbios crónicos, generalmente ocasionados por el hombre.

Los parches ambientales cambian lentamente, reflejando la estabilidad del sustrato. En contraste los parches remanentes o perturbados cambian rápidamente reflejando la relación (proporción) de sucesión y la desaparición cuando convergen en similaridad con la vegetación adyacente. El disturbio puede ser un evento simple o repetido (crónico). Un disturbio crónico puede ser el arado con tractor cada año, la contaminación diaria, manteniendo los parches en el tiempo. Cuando el disturbio cesa, la sucesión toma lugar. La persistencia o vida media de los parches varía en muchos órdenes de magnitud, dependiendo de la causa del parche y si el disturbio es simple o repetido.

La heterogeneidad ambiental en la mayoría de los paisajes es tal que el azar puede lograr que un parche pequeño esté ocupado por un tipo de hábitat, mientras que un parche grande puede incluir varios hábitats.

Los *parches remanentes* son ocasionados por disturbios muy intensos alrededor de un área pequeña. En este caso el remanente es la comunidad de plantas y animales que está embebida en la matriz que sufrió el disturbio.

Los *parches regenerados* ocurren cuando en un área afectada por un disturbio crónico, un manchón logra estar libre del disturbio y ocurre la sucesión.

Los *parches introducidos* son el resultado de la introducción de especies en un área por el hombre, y también de construcciones.. Los *parches plantados* son los cultivos llevados a cabo por el hombre. Ej. Cultivos agrícolas, plantaciones de pinos y eucaliptos.

Las construcciones de viviendas y otras instalaciones originan disturbios que actúan de forma parcial o cercana a la eliminación de los ecosistemas naturales y su reducción a manchones. Estos ecosistemas perduran por años, décadas y siglos hasta su desaparición. Incluyen personas, plantas, animales y plagas tanto nativas como introducidas.

Cuando ocurre un disturbio, el tamaño de población de muchas especies cambia rápidamente, generalmente baja de forma repentina como resultado de la muerte o daño de los individuos por el disturbio. Por lo general ciertas especies se extinguen localmente. Las especies que sobreviven al disturbio permanecen en tamaño de poblaciones bajas o en forma latente (semillas, esporas, etc.) La segunda respuesta la cual sigue, en la mayoría de los casos, de forma rápida es otro cambio drástico en el tamaño de la población de muchas de las especies sobrevivientes. En ocasiones se incrementa el número por encima de la pérdida inicial de individuos. La tercera respuesta en orden rápido es la migración, arribando especies que estaban previamente ausentes en el área del parche. Esta secuencia de respuestas resulta en una relativa estabilidad de la comunidad que puede tener a la desaparición de parches por convergencia en la matriz.

#### *Tamaño y forma del parche:*

Resulta de vital importancia conocer el tamaño o área del parche óptimo para la planificación, conservación y manejo del paisaje.

Efecto del tamaño sobre la energía y los nutrientes: La cantidad total de energía o nutriente en un parche es simplemente proporcional al área del parche. La biomasa por unidad de área es superior sobre los bordes del parche en comparación con el interior. Los parches pequeños tienen una proporción superior de borde si los comparamos con los parches grandes.

Efecto sobre las especies: Las islas grandes tienen más especies que las pequeñas. La relación entre diversidad de especies y tamaño de la isla es curvilínea. La teoría de la biogeografía de islas plantea que la diversidad de las islas depende, en primera instancia de su área y de su aislamiento y edad.

La diversidad de especies en parches del paisaje se considera una función como sigue:

$S=f$  (+diversidad del hábitat + disturbio + área + edad + heterogeneidad de la matriz – aislamiento – fronteras discretas)

La forma de los parches varía desde circular hasta alargada y estrecha. Este aspecto es importante para el forrajeo de los organismos. El efecto de borde es definido como la diferencia en composición y abundancia de especies encontradas en el borde. Un aspecto que se le concede gran importancia es la forma del parche y sus límites en relación con *principios de la forma y la función*. De acuerdo con esto se plantea lo siguiente: “La interacción entre objetos es proporcional a los límites comunes”. La relación entre el máximo perímetro – área- radio es característico de sistemas donde esto es importante para conservar recursos, energía, materia y organismos.

Otro concepto que se debe tener en consideración es el de **Porosidad**. La Porosidad es la medición de los parches en el paisaje, para lo cual se cuenta el número de parches, así como si son cerrados o abiertos y sus límites. La porosidad conlleva la existencia de patrones en el paisaje

Los **corredores**, concepto importante de esta escuela, son definidos como estrechas vías en la tierra. Los corredores son componentes del paisaje que tienen como función mantener la conectividad del mismo, por lo que su principal función es la transportación, aunque también se señala la protección de recursos.

La función de transportación es obvia, y en una imagen o foto aérea de un área, se identifican corredores como las líneas férreas, las autopistas y canales. Las cercas como protección y defensa se consideran como corredores, las cercas pueden ser plantadas con árboles (cercas vivas), o tener cortinas rompevientos. En la naturaleza los corredores son abundantes y proveen de alimentos. En general protegen contra excesos de agua, sedimentos y vientos, pueden proteger la erosión del suelo y desde el punto de vista social, protegen las propiedades.

El origen de los corredores es semejante al de los parches: por perturbación, remanentes, ambientales (naturales), plantados y regenerados

Existen cuatro tipos de corredores:

- Corredores lineales: son corredores estrechos que generalmente contienen especies características de los bordes del parche. Ejemplo: caminos, ríos, cercos vivos, fronteras propias, diques drenados y canales de irrigación.

- Corredores de banda: son bandas amplias o anchas que contienen el ambiente interior del parche, donde las especies interiores pueden vivir o migrar.
- Corredores de cauce: son corredores que bordean los cursos de agua y varían en amplitud acorde al tamaño de la vía, agua controlada, desagües, flujo de nutrientes minerales, inundación mínima, salinización y pérdida de la fertilidad del suelo.
- Corredores en redes: formados por corredores entrelazados y por tanto contienen lazos de unión.

Estos cuatro tipos básicos pueden solaparse, por ejemplo las especies de borde pueden moverse en los corredores de cauce y además funcionar como corredores de banda para el movimiento de las especies hacia el interior del parche.

Los corredores lineales son característicos de los paisajes dominados por los disturbios humanos. Para que los corredores sean efectivos al máximo deben ser continuos, éstos pueden existir aislados o interconectados dentro del paisaje.

Cuando se pierde especies en un parche, éstas se restablecen a través de la migración por los corredores, que permiten el acceso de un parche a otro y por tanto el flujo de genes a través del paisaje.

Los corredores actúan como filtros de especies, hábitat de algunas especies y como fuente de efectos ambientales y biológicos sobre sus alrededores. Estos se originan por la misma vía que los parches (disturbios, remanentes, plantados, recurso ambiental, cauce y regenerados).

En el entendimiento del concepto y función de los corredores, la definición de conectividad es de suma importancia. La conectividad es la medida primaria de la estructura del corredor, indica la conexión de un corredor o su conectividad espacial. Se cuantifica por el número de rupturas por unidad de longitud del corredor.

La *matriz* es el elemento dominante del paisaje, es por tanto en más extenso y conecta los diferentes elementos del mismo, se asume que el paisaje natural es una matriz en el que están embebidos diferentes fragmentos de parches. Los parches se encuentran embebidos en la matriz.

Para los autores, el planteamiento es estudiar las fotos aéreas o mapas de un área determinada, y delimitar las fronteras o límites entre los diferentes elementos del paisaje. Por otra parte, muchos paisajes poseen una matriz extensa y homogénea que puede contener parches análogos esparcidos, o por pequeños parches que difieren entre sí. Por lo tanto el paisaje está entre estos extremos y contiene una alta y diversa proporción y configuración espacial de parches, corredores y matriz.

La matriz posee una relativa homogeneidad ya que contiene al resto de los elementos constituyentes del paisaje. Tiene un papel dominante en el funcionamiento del paisaje, influyendo en la dinámica del mismo como un todo.

La matriz tiene propiedades diferentes del parche el área de la matriz excede al total del área de cualquier otro elemento del paisaje que se analiza. Si un tipo de elemento identificado en un paisaje dado cubre más del 50% del área, está muy cerca de ser considerado como matriz. Los autores sugieren que para, determinar qué tipo de elemento puede considerarse matriz en un

paisaje, debe realizarse un primer cálculo del área relativa y los niveles de conectividad con todos los demás elementos y tipo de paisajes.

Si el tipo de elemento más extenso identificado en un paisaje dado cubre menos del 50% del área, sus características serán importantes para la determinación del tipo de matriz en cuestión, y se deberá entrar a analizar las características adicionales para determinar la matriz. Si esta designación de matriz es aun incierta después de calcular el área y los criterios de conectividad, se deberán hacer mediciones de campo y obtener información de la composición específica y las características de la historia de vida. Esta información será de gran utilidad para establecer qué tipos de elementos del paisaje presentan un mayor grado de control en la dinámica del mismo

Una de las propiedades más importante de la matriz es la conectividad, la matriz es la que mayor grado de conectividad tiene con respecto a otros tipos de elementos presentes en el paisaje. El criterio de matriz tiene una gran influencia en el cambio que se produce en el paisaje.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

Como principales problemas que detectamos en los fundamentos de esta escuela norteamericana de ecología del paisaje es la falta de existencia de un sistema de clasificación jerárquico que le confiera objetividad a la hora de nominar los elementos o unidades que constituyen los paisajes.

La identificación de los elementos que constituyen el paisaje (matriz, parche, corredor) se hace imprecisa; en este sentido la determinación de matriz y parche puede ser subjetiva, ya que en una foto aérea o imagen de un área a una escala dada, un elemento identificado como parche, puede constituir la matriz en otra foto aérea o imagen una de la misma área, pero a escala de mayor detalle, recordemos lo impreciso de las diferencias entre parche y matriz cuando las áreas ocupadas por estos elementos en un foto o imagen no cubría mas del 50% de la misma.

Por otra parte los análisis para la mapificación contienen excesivas particularidades, lo que los dificulta.



---

### III.4. ENFOQUE DE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE EN CUBA

Dr. Angel Priego Santander

- **Evolución del concepto de paisaje**

En el lenguaje común, la palabra paisaje sugiere múltiples imágenes, tales como una postal, el panorama desde una ventana, etc.

Origen de la palabra: este término procede del lenguaje común; en las *lenghuas* romances derivadas del latín *pagus* significa país, con un sentido de lugar, sector territorial. Así tenemos:

- Paisaje (castellanos)
- Paisatge (catalán)
- Paysage (francés)
- Paesagio (italiano)

En las lenguas germánicas ocurre un claro paralelismo con la palabra originaria *land*, con el mismo sentido y sus derivadas:

- Landchaft (alemán)
- Landscape (inglés)
- Landchap (holandés)

En el siglo XV aparece otra acepción del término con un sentido pictórico, el paisajismo en la pintura.

#### **Definiciones de paisaje:**

- La imagen que representa la vista de un sector de la naturaleza (significado pictórico)
- Superficie terrestre de una región en su conjunto modificada por fuerzas geológicas (significado territorio físico).
- Territorio o parte de la superficie terrestre que la vista puede observar simultáneamente, incluyendo los objetos discernidos (visión global del conjunto del mosaico)

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, paisaje significa territorio visto.

En el siglo XIX el término paisaje comienza a ser muy usado en la geografía, y de forma general se concibe como el conjunto “de formas que caracteriza un sector determinado de la superficie terrestre”. Desde esta concepción que considera fundamentalmente las formas, lo que se distingue es la heterogeneidad de la homogeneidad, de modo que es posible analizar los elementos en función de la forma y magnitud, así se obtuvo una clasificación de los paisajes: morfológicos, agrarios, de vegetación, etc.

El concepto de paisaje fue introducido en la geografía por Hommeyorem, con la forma alemana **landshaft** como “conjunto de elementos observables desde un punto alto” En este caso se concibe el paisaje en el ámbito de las formas resultantes de la asociación del ser humano con

los demás elementos de la superficie terrestre, así se habla de paisaje natural, cultural, urbano, rural, etc.

El término paisaje se ha ampliado gracias a su propio análisis, con el planteamiento de los problemas de heterogeneidad y homogeneidad en relación a la escala, complejidad y globalidad de las formas de la superficie terrestre, en un análisis cada vez más profundo en cuanto a la estructura y organización de la superficie terrestre en su conjunto. Los geólogos desde tiempo atrás se habían interesado por componentes litológicos y se percataron que éstos presentaban diferentes niveles de organización; lo mismo ocurrió con otras ramas de la ciencia como Botánica, Zoología, etc. Sin embargo, estas ramas por separado no pudieron dar respuestas a los graves problemas que afectan al conjunto de la estructura de la Tierra y su funcionamiento.

Alejandro Von Humboldt fue el primer científico que presentó de forma coherente la estructura de la Tierra, en su obra *El Cosmos* (1874) define la Naturaleza de forma que la adapta al concepto de paisaje integrado. Para él, la naturaleza es algo muy dinámico y en constante movimiento hacia un determinado equilibrio. (La naturaleza es lo que crece y se desarrolla perpetuamente, lo que vive solo por un cambio continuo de formas y de movimiento interior) Sus planteamientos aportan bases fundamentales en la Ciencia del Paisaje.

Posteriormente, los alumnos de Von Humboldt prosiguieron el estudio de la estructura de la superficie de la terrestre, así en la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del siglo XX, se establecen la mayor parte de las bases teóricas de la concepción científica del Paisaje:

- Von Richonfen, explica la unidad y complejidad de la superficie terrestre en inter relación con las tres esferas, atmósfera, litosfera y la hidrosfera, y como resultante de la interacción surge una cuarta, la biosfera.
- Smuts, con su obra "Holismo y Evolución" (1920), aporta una clasificación fundamental acerca de las características de los conjuntos o unidades que se forman en la superficie terrestre. Su principal concepción radica en que las partes o unidades del universo no se reducen nunca a la suma de los elementos que la constituyen, pues estos están dispuestos, estructurados y concatenados de una determinada forma. La superficie terrestre es una unidad integrada.

A partir del tercer y cuarto decenio del presente siglo, en que la humanidad toma conciencia de su pertenencia a este complejo denominado naturaleza, los estudios de paisaje adquieren importancia creciente, en principio solamente los geógrafos, posteriormente especialistas de muchas disciplinas se irían sumando a esta nueva ciencia.

Las primeras ideas que conciben el paisaje desde el punto de vista científico surgen en Alemania, iniciadas por Humboldt y continuadas por sus alumnos. Se destacan los ya citados. Sigfrid Passage, es el primer autor que escribe un libro de paisajes, "Geografía del Paisaje" Carl Troll, aportó al concepto de Paisaje los nuevos conceptos de la Ecología, definió el concepto de **ecótopo** como extensión del de biotopo a la totalidad de los elementos geográficos - concepto de geosistema -. Definió la Ecología del Paisaje que después denominó Geoecología, centrándose preferentemente en las relaciones organismo:ambiente. La Ecología del Paisaje consiste en el análisis funcional del contenido paisajístico, en la resolución de las múltiples y reciprocas relaciones existentes en un fragmento de la superficie terrestre. Sus puntos de

partida y conceptos básicos son el ser viviente o colectivo de organismos, el ambiente y las relaciones recíprocas o unilaterales entre ambos extremos.

Posteriormente los planteamientos de la escuela alemana de paisaje se dirigen hacia los estudios a gran escala y su cartografía, lo que ha requerido un trabajo cuidadoso en la clasificación de los paisajes, aplicaciones como la gestión del paisaje a diferentes escalas, diagnóstico de los problemas de fragilidad del paisaje, uso y potencialidades, ordenamiento, etc., con el desarrollo de las bases de datos y los sistemas de información

La escuela soviética, se inicia a finales del siglo XIX como Geografía Física compleja. Sus conceptos están conectados con las concepciones de la escuela alemana, y por otra parte, es definitiva el aporte de la Edafología, centrado en el edafólogo Dukuchaev; según este científico, "el suelo es el resultado de la interacción de los elementos del paisaje".

En una primera fase, los científicos soviéticos, definen el complejo físico o natural considerando que el globo terráqueo está conformado por elementos o cuerpos individuales que actúan en calidad de componentes (complejo territorial natural), llegando a dos conclusiones:

- Los elementos naturales están irregularmente distribuidos en la superficie terrestre.
- Los elementos naturales están relacionados entre sí.

Se elaboraron conceptos generales y se desarrolló la cartografía de las unidades de paisaje.

A partir de los años 60 se desarrolló en la URSS muy fuertemente la ciencia del paisaje con el concepto de geosistema; Sochava es uno de los autores que más aporte ha realizado, según él, el geosistema incluye todos los elementos del paisaje como un modelo global, territorial y dinámico, aplicable a cualquier paisaje concreto. Elaboró una clasificación con tres grupos de geosistemas, en relación con tres órdenes de tamaño:

- Geosistema Global o Terrestre.
- Geosistema Regional de gran extensión (pequeña escala)
- Geosistema Topológico a nivel reducido (Pequeña escala)

Este autor plantea la diferencia entre paisaje, medio y naturaleza, y llegó a una definición definitiva de geosistema, el que, al igual que ecosistema, es un modelo y un concepto teórico aplicable a cualquier paisaje de cualquier tamaño. También se introduce la noción de **Facies**, como unidad más elemental del paisaje.

El desarrollo posterior de la ciencia del paisaje en el Instituto de Geografía de Moscú conllevó la utilización de índices cuantitativos para la modelación matemática de los paisajes a nivel de facies, así como estadísticas y coeficientes, así como la utilización de imágenes de satélite.

Es importante señalar en los últimos años, la importancia de la intervención del hombre en la naturaleza y su interrelación con el paisaje. Es de señalar la influencia que la Escuela Soviética del Paisaje ha tenido sobre el desarrollo de la geografía en Cuba.

La ciencia de la Ecología aportó a la ciencia del Paisaje nuevas e interesantes vías, especialmente en los aspectos conceptuales. El término Ecología tiene su nacimiento en el alemán Haekel (1896) que la definió como "el estudio de las relaciones de los organismos con su medio ambiente inorgánico y orgánico" Este concepto fue variando y enriqueciéndose a

través del tiempo. Posteriormente, Margalef planteó que este concepto debe abarcar “el proceso de adaptación de cada uno de los diferentes organismos a su medio, pero fundamentalmente debe consistir en el análisis de los conjuntos formados por individuos de muchas especies”. En 1935, Tansley propone el término de **ecosistema**, o sistema ecológico, que destaca los niveles de organización o unidades integradas. Margalef (1974), señaló que el concepto de ecosistema no designa una unidad concreta, definida de la superficie terrestre, sino solamente un nivel de organización, como definen el nivel de la célula, del órgano o del organismo. Se habla de un modelo teórico al margen del espacio y el tiempo, y aplicable tanto a un océano como a una gota de agua, ahora o en cualquier momento de la historia.

A través de este modelo, la Ecología aporta a la Ciencia del Paisaje una nueva forma más precisa y concreta, de percibir los niveles de organización de la superficie terrestre y, por consiguiente, el concepto de integración y de total integridad. Este concepto de “sistema” ha sido posteriormente profundamente ampliado y desarrollado sobre todo en relación con los avances de la Cibernética.

- **Fundamentos básicos del enfoque ecopaisajístico.**

Los fundamentos científicos básicos que sustentan el enfoque ecopaisajístico que se desarrolla en Cuba están dados por los conceptos y definiciones de la Ecología y las Ciencias del Paisaje. A continuación se ofrecen algunos de los conceptos fundamentales que documentan este enfoque.

Concepto de Ecosistema: Complejo integrativo y holístico que combina los organismos vivos y el ambiente físico dentro del mismo (Tansley, 1935).

Golley (1993) analizó profundamente la evolución del concepto ecosistema, incluyendo su génesis, transformación y consolidación actual; a partir de la definición enunciada por Tansley (1935) e interpreta de la misma un sistema con tres propiedades esenciales: a)- es un elemento en una jerarquía de sistemas físicos, desde el átomo hasta el universo; b)- es el concepto y sistema básico de la Ecología y c)- está compuesto tanto por el complejo de organismos como por el complejo del ambiente físico.

En la Estrategia Global para la Diversidad Biológica (WRI, UICN y PNUMA, 1992) aparece una acepción más actual; Ecosistema: “Complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos y el medio ambiente no viviente vinculado con él, que hace del mismo una unidad ecológica”.

Aunque separadas por casi 60 años en el tiempo, estas definiciones son esencialmente similares y evidentemente, poseen un marcado carácter funcional, pues en ambas está implícita la existencia de nichos tróficos, así como de relaciones interdependientes con el medio abiótico.

Interpretación: Cualquier sistema que comprenda entre sus componentes **productores**, **consumidores** y **descomponedores** que estén vinculados a través de relaciones interdependientes; entre ellos y con un **medioabiótico**, puede ser considerado un **sistema ecológico**.

El ecosistema según Margalef (1974), no designa una unidad completa, definida en la superficie terrestre, sino, solamente un **nivel de organización**, como los que definen el nivel de la célula, del órgano o del organismo; pues se trata de un modelo teórico al margen del espacio y el

tiempo, que puede ser aplicable tanto a una gota de agua como a un océano, ahora o en cualquier momento de la historia.

Esta visión funcional de los sistemas naturales y antroponaturales es el elemento clave del concepto ecosistema (Golley, 1993).

Evolución histórica: Lo más relevante de la evolución y consolidación actual del concepto ecosistema, no es el cambio del contenido y extensión de este en el tiempo, sino, las distintas interpretaciones que se han hecho del mismo; desde una visión inicial más biocéntrica y limitada hasta un enfoque actual más policéntrico, integral y holístico, sobre todo en su aplicación a fenómenos geográficos.

De acuerdo con Golley (1993), este proceso ha ocurrido en tres fases:

- I- Una fase formativa desde finales del siglo XIX hasta la Segunda Guerra Mundial.
- II- Una fase organizativa inicial desde la Segunda Guerra Mundial hasta mediados de los años 60 y,
- III- Una rápida fase de crecimiento durante el International Biological Program y que llega hasta la actualidad.

Importancia del concepto ecosistema: Este concepto según Golley (1993), sirve a la ciencia y a la sociedad de “puente” entre un paradigma científico, un objeto físico y un punto de vista holístico, al tiempo que proporciona un camino para interpretar la idea del “todo”; del equilibrio, evolución y organización de la naturaleza en espacio y tiempo. La teoría del ecosistema fue construida de la termodinámica, de la teoría física del equilibrio, de la teoría de la información, de la teoría de la evolución y de la historia natural; de ahí su sólida base transdisciplinaria.

### **La Envoltura Geográfica.**

El Paisaje, como concepto científico, es aportado por la Geografía Física Compleja y se refiere a un tipo particular de sistema material, que está constituido de componentes geográficos intercondicionados e interrelacionados en su distribución, desarrollándose en el tiempo, como parte del todo (Mateo, 1984).

Los paisajes son los sistemas complejos en que está organizada la superficie terrestre y ocurren, únicamente, en la **envoltura geográfica**.

De acuerdo con Mateo (1984), la **envoltura geográfica** es la capa exterior de la Tierra, de composición y estructura más complicada; en sus límites interactúan formando parte de ella, la capa inferior de la atmósfera hasta la estratósfera, la capa cercana a la superficie de la litósfera abarcando la zona de hipergénesis, la capa de rocas sedimentarias y los cuerpos magmáticos que la penetran, la hidrósfera y la biósfera. Constituye un sistema material integral, un subsistema de la Tierra cuyo espesor medio es de 55 km. Por debajo de la superficie terrestre penetra hasta 30-50 km; por encima se extiende hasta 10-17 km.

El rasgo más característico de la envoltura geográfica es la propiedad de poseer una estructura geográfica definida, que consiste en la disposición e interacción de los componentes que la forman. La estructura consiste en la existencia de partes dentro de su límite horizontal de diverso grado de homogeneidad, que se distinguen por su aspecto exterior y sus peculiaridades interiores.

- **Concepto de Paisaje Geográfico.**

Los paisajes son la manifestación de la envoltura geográfica en las diferentes escalas espaciales de la superficie terrestre. Son partes de la superficie terrestre que se distinguen cualitativamente de las restantes, poseen límites naturales y tienen una definida integridad cualitativa, constituyendo la asociación regular de determinados objetos y fenómenos. Es decir, constituyen una asociación regular de componentes geográficos, que se encuentran en una interacción compleja y que originan un sistema indivisible de diversos niveles, que se disponen desde la envoltura geográfica como el geocomplejo más grande hasta el geocomplejo elemental (la facie). De manera que el paisaje se puede definir resumidamente como sigue:

Paisaje: Sistema territorial compuesto por componentes naturales y complejos de diferente rango taxonómico, formado bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad modificadora de la sociedad humana, que se encuentra en permanente interacción y se desarrolla históricamente (Norma Cubana 93-06-101, 1987).

Los paisajes son también denominados Complejos Territoriales Naturales (CTN), Complejos Físico-Geográficos, Geocomplejos, Complejos Geográficos Naturales, Geosistemas o Complejos Geográficos. Todas estas denominaciones son sinónimos y se utilizan para todas las unidades territoriales naturales, con independencia de su tamaño o complejidad (Mateo, 1984).

Cada geocomplejo se analiza como un sistema de recursos, un medio de vida y de actividad del hombre, un sistema que conserva fondo genético, un laboratorio natural y fuente de sentimientos estéticos. Cada unidad de paisaje está formada de una parte de la corteza terrestre con su relieve, la capa de la atmósfera cercana a la tierra, las aguas superficiales y subterráneas, los suelos y las comunidades vegetales y animales. Tal escenario, sirve de base para el desarrollo de la actividad modificadora de la sociedad humana.

Los geocomplejos son sistemas dinámicos limitados en el espacio y poseen unidad dialéctica de sus partes componentes.

Acepciones del concepto Paisaje Geográfico (Mateo, 1991):

Acepción Pictórica: Aspecto externo de un área o territorio, considerado como la imagen que representa una u otra calidad. Se asocia a la interpretación estética como resultado de percepciones de diverso tipo.

Acepción Natural: Sistema formado por la interacción de componentes y elementos naturales. Sobre el contenido y volumen del concepto Paisaje Geográfico en el sentido científico del término y en su acepción natural, existen tres grandes acepciones:

- El paisaje como concepto genérico de cualquier rango taxonómico, usándose como sinónimo los términos de CTN, Geocomplejo o Geosistema Natural. Por lo tanto, en esta acepción, el paisaje se define como "la asociación de objetos y fenómenos naturales intercondicionados e interrelacionados, bajo la forma de complejos geográficos de diferente rango taxonómico, formados históricamente y que se desarrollan permanentemente" (Milkov, 1967).

- La interpretación regional que concibe al paisaje como una de las unidades taxonómicas (generalmente la región) de la regionalización físico-geográfica. En este caso, el paisaje se define como un complejo territorial natural, genéticamente homogéneo, que tiene un mismo fundamento geológico, un mismo tipo de relieve, iguales condiciones hidro-climáticas y similar

composición edafo-biógena, estando formado por una carga propia de unidades inferiores dinámicamente correlacionadas y repetibles regularmente. (Annenskaia et al., 1962).

- La interpretación tipológica, que concibe al paisaje como un territorio con rasgos comunes que se distinguen por la semejanza. El paisaje se examina como una asociación, como una unidad dialéctica de los componentes naturales (estructura geológica, relieve, suelos, condiciones hidroclimáticas, vegetación y fauna), como un complejo físico-geográfico relativamente homogéneo, estudiado por sus propiedades, independientemente del territorio en que se difunde. El área de difusión del geocomplejo, de acuerdo con esta acepción, constituye la unidad tipológica del paisaje.

Acepción Antropo-Natural: Sistema territorial constituido por componentes naturales y antropotecnógenos condicionados socialmente, que modifican o transforman las propiedades de los paisajes naturales originales. Se forma además, por complejos de rango taxonómico inferior. En este caso, se incorpora la dimensión económico-social a la acepción natural, en cualquiera de sus tres variantes, pero principalmente, en la interpretación tipológica.

Acepción Económico-Social: Área donde vive la sociedad humana, con capacidad funcional para el desarrollo de las actividades socio-económicas. Es análogo al concepto de Complejo Territorial Productivo (CTP), sistema antropo-ecológico.

A pesar de las diferencias que existen entre las distintas acepciones del concepto científico de paisaje, hay también puntos comunes. Todas consideran al paisaje como un complejo territorial. Las divergencias se concentran en cuanto a qué complejo referirse, es decir en cuanto al rango taxonómico y al tipo (Mateo, 1984).

Nos parece que lo más correcto es asumir la acepción Antropo-Natural, puesto que respeta la génesis y propiedades naturales de los geocomplejos, incorporando los elementos socio-económicos. (Es además la establecida en la Norma Cubana 93-06-101, 1987).

- **Acepciones actuales de la Ecología del Paisaje. Modificado de Mateo (1991)**

Existen en la actualidad cuatro acepciones o direcciones de la Ecología del Paisaje, a saber:

1. La Ecología del Paisaje como parte de la Geografía Física; o sea, la geoecología como parte de las ciencias físico-geográficas. Enfoque desarrollado por los geógrafos de la extinta URSS y de otros países exsocialistas, así como en Cuba. Su principal virtud radica en la sólida concepción taxonómica de la envoltura geográfica a cualquier escala y su mayor limitante, en la ausencia o simplificación de indicadores ecológicos, sobre todo biológicos.
2. La Ecología del Paisaje como parte de las ciencias ecológicas; es decir, la sinecología geográfica, que tiene como función estudiar el nivel de los paisajes, funcionamiento interno, arreglo espacial y las relaciones entre los ecosistemas alterados y no alterados. Concepción desarrollada con mayor éxito por ecólogos norteamericanos, de Europa Occidental y de algunos países de A. Latina y Asia. Su mayor ventaja se aprecia en la utilización de indicadores ecológicos para la comprensión del funcionamiento de la biosfera (entendida como esfera compleja y funcional y no como esfera particular de difusión de los seres vivos). Su limitante principal está en la ausencia de concepciones taxonómicas sobre la estructura de la envoltura geográfica.

3. La Ecología del Paisaje como ciencia que estudia y analiza al paisaje como ecosistema, tratando de usar al unísono los enfoques ecológico y paisajístico; o sea, la geoecología como campo interdisciplinario, principalmente, entre la Ecología y la Geografía. Enfoque desarrollado por ecólogos y geógrafos alemanes, holandeses, checos, australianos, franceses y una parte de los científicos ex soviéticos, entre otros. Trata de integrar las dos acepciones anteriores, siendo su principal ventaja la concepción transdisciplinaria y su mayor limitante la aún débil elaboración teórica y práctica del proceso de integración. En A. Latina, este enfoque ha sido desarrollado, aunque con concepciones diferentes sobre la estructura de la envoltura geográfica, por científicos brasileños, mexicanos, colombianos, chilenos y cubanos.
4. La Ecología del Paisaje como concepción antropocenológica o socioecológica; es decir, el estudio de los paisajes como antropoecosistema. Enfoque utilizado principalmente, por científicos israelíes (concepción del Ecosistema Humano Total), franceses y norteamericanos, entre otros. Su mayor virtud puede ser la incorporación de la dimensión humana (también reconocida por la acepción anterior), pero es al mismo tiempo su punto débil por la excesiva visión antropocéntrica. Tiene parte importante de sus antecedentes en la escuela francesa de Geografía Humana.

Consideramos que lo más adecuado es asumir la tercera acepción, que intenta integrar las restantes en una perspectiva holística, al tiempo que mantiene las herramientas teórico-metodológicas fundamentales de los enfoques ecológico y paisajístico. Esta dirección es la que se intenta desarrollar desde hace más de una década, por las instituciones de la Agencia de Medio Ambiente del CITMA.

- **Las propiedades generales de los paisajes.**

Todos los complejos naturales, con independencia de su tamaño, grado de complejidad y rango taxonómico se caracterizan por una serie de propiedades generales, las cuales son la manifestación concreta de las regularidades de la envoltura geográfica. Tales propiedades son las siguientes (Modificado de Mateo, 1984):

1.- La **integridad**. Los paisajes **NO** son la simple suma de sus componentes. Del intercondicionamiento de los componentes, emergen propiedades nuevas inherentes a todo el geocomplejo como sistema material. Por ejemplo, la producción de biomasa es el resultado de un complejo mecanismo en el cual intervienen la energía solar, las características del relieve, las sustancias minerales de la corteza (suelo), los gases de la atmósfera, las particularidades fisiológicas de los componentes de la biosfera, las aguas de la hidrosfera. No es por lo tanto casual, que la cantidad y calidad de la producción de biomasa se corresponda con el carácter del ecosistema geográfico y que la misma varíe con la diferenciación físico-geográfica. De esta forma, se puede afirmar que las particularidades ecológicas de los paisajes, subrayan su carácter de **sistema material integral**.

2.- La **comunidad territorial**. Los paisajes ocurren únicamente en el espacio geográfico y concretamente en la envoltura geográfica, por lo tanto, cada geocomplejo se difunde en un territorio dado; comparte una misma **situación geográfica**, posee una **extensión** determinada y tiene **límites** concretos y reconocibles en la superficie terrestre. En dependencia de su complejidad y rango taxonómico, los ecosistemas geográficos pueden ocupar desde menos de



una hectárea ( facies de algunas terrazas abrasivo-carsificadas de los cayos del Archipiélago Sabana-Camaguey) hasta cientos de miles de  $\text{km}^2$  (continentes y subcontinentes).

3.- La **homogeneidad relativa en la composición**. Los paisajes son relativamente homogéneos en su composición interna y en el carácter de sus interacciones e interrelaciones, y al mismo tiempo son diversos. A cualquier nivel taxonómico los componentes naturales del paisaje (relieve, litología, suelo, biota, aguas superficiales y subterráneas y aire) poseen rasgos comunes en el área de difusión del geocomplejo. A medida que los paisajes son más pequeños y simples son más **homogéneos** y mientras más grandes y complejos son más **heterogéneos**. Esta tendencia se manifiesta en cualquier porción de la envoltura geográfica.

4.- La **homogeneidad relativa de la asociación espacial**. Los paisajes se caracterizan por la relativa semejanza de las unidades inferiores que conforman los geocomplejos superiores. Las unidades, que territorialmente se caracterizan por un rango inferior, presentan regularidades de **subordinación espacial y funcional**. Tal subordinación se aprecia en las **catenas de paisajes** que se forman entre unidades genética y dinámicamente interrelacionadas. La subordinación espacial y funcional aumenta hacia las unidades inferiores y disminuye hacia las superiores.

5.- El **carácter complejo y sistémico de su formación**. Los paisajes se forman por complejos procesos de evolución histórica. La génesis de los geocomplejos es resultado de la **coevolución** de todos los componentes naturales, complicada durante los últimos milenios por la intervención del hombre. Durante los procesos de formación de los paisajes, cada componente se subordina a las regularidades propias de su desarrollo y al unísono, influye en su condición de **parte del todo**, sobre las características de los demás componentes, formando el **sistema territorial** en un proceso de permanente desarrollo.

6.- La **continuidad y ladiscreción**. A los paisajes le son propias la continuidad y la discreción. La continuidad se manifiesta en la difusión areal, **sin receso**, de la envoltura geográfica y es propia entre los componentes del complejo y entre los procesos de su formación. La discreción, es la difusión **en receso**, la cual se manifiesta en la distribución de los distintos ecosistemas en la envoltura geográfica (tienen límites y concluyen) y es propia a las relaciones entre los distintos ecosistemas. De manera que los paisajes son **continuos**, ya que forman parte del geocomplejo planetario (la envoltura geográfica) y al unísono son **discretos** (en las unidades inferiores) y algunos no tienen relaciones entre sí.

7.- El **funcionamiento**. Los geocomplejos se caracterizan por tener funcionamiento, el cual consiste en la asociación y sucesión permanente, estable y rítmica de los procesos de **intercambio y transformación de energía, sustancias e información biogenética**, que garantizan el mantenimiento para un lapso definido, de un determinado estado del paisaje. De un componente a otro, constantemente ingresan sustancias y energías, las cuales se transforman durante ese proceso. La energía luminosa del Sol (que es la fuente principal para el funcionamiento de los ecosistemas de la superficie terrestre), se transforma por los componentes en otros tipos de energía: calorífica, mecánica, bioquímica, etc.

Cada geocomplejo tiene sus propios mecanismos de transmisión y transformación de energía, como cualquier otro sistema material. Las principales funciones de los paisajes son: la transformación de la energía solar, la transmisión mecánica de las sustancias sólidas bajo la

actividad de la fuerza de gravedad, la circulación del aire, del agua y de las sustancias e información biógenas.

8.- La **estructura**: Los paisajes se caracterizan por tener estructura, la cual se puede definir como la interdistribución de las partes naturales del sistema (rocas madres, aire, relieve, aguas superficiales y subterráneas, suelos, vegetación y mundo animal) y su capacidad de asociación como organización espacio-temporal.

La estructura se expresa en las interrelaciones, combinaciones y distribución espacial de los componentes (**estructura vertical**) y complejos físico-geográficos (**estructura horizontal**); de acuerdo con esto, las partes se sitúan en un orden determinado en el espacio. Pero también se sitúan en un orden determinado en tiempo, por lo que es lícito hablar de **estructura temporal**.

9.- El **desarrollo y dinámica**. Cada geocomplejo posee su propio **desarrollo**, el cual se caracteriza por **cambios graduales irreversibles** (determinados por las contradicciones inherentes a la interacción de los componentes y por las influencias externas), que se manifiestan en la reelaboración de su estructura y conducen a la sustitución de un paisaje por otro. Además, le es inherente su propia **dinámica**, la cual se manifiesta en el conjunto de **cambios reversibles** (frecuentemente cíclicos), que conducen a sustituciones de un estado a otro sin comprometer la reelaboración de su estructura.

Estas propiedades determinan, que como objeto de investigación científica, los paisajes sean formaciones muy complejas caracterizadas por:

- La poliestructura; o sea, la heterogeneidad en la composición de los elementos que lo integran; seres vivos y medio inerte.
- La multiplicidad de relaciones; tanto internas como externas.
- La variación de estado.
- La diversidad jerárquica, tipológica e individual.
  - **Validación de los paisajes como ecosistemas geográficos. Su estructura y composición.**

De acuerdo con las propiedades generales de los paisajes, se pueden comparar los contornos de los geocomplejos con los ecotonos, es decir, como “zonas de transición entre sistemas ecológicos adyacentes” (di Castri **et al.**, 1988) y por lo tanto, como límites relativos para los procesos esenciales vitales que ocurren en el interior de los CTN, pues ciertamente, los biocomponentes (biota) de un geocomplejo, se comportan como el conjunto de productores, consumidores y descomponedores que conforman la mitad del paradigma de cualquier sistema ecológico; mientras que los componentes abióticos (litología, relieve, suelos, aguas superficiales y subterráneas y aire) constituyen la otra mitad del paradigma del sistema. A este esquema, se agregan la presencia del hombre (en su doble condición de ser biológico y social) y la actividad modificadora de la sociedad humana. Entonces, en virtud de las propiedades de integridad y homogeneidad de los paisajes (Mateo, 1984), cada geocomplejo implica la existencia de un ecosistema a nivel geográfico.

Este análisis nos permite equiparar, desde un enfoque geoecológico o ecólogo-paisajístico, el paisaje con el ecosistema (Naveh y Lieberman, 1984; Hasse, 1986; Urban **et al.** 1987; Franklin,

1993, Olson y Dinerstein, 1994; Rowe, 1995), de modo que es lícito interpretar la estructura morfológica de los paisajes como expresión de los ecosistemas geográficos.

En este sentido, resulta interesante apreciar la cada vez mayor coincidencia espacio-conceptual entre ecosistemas y paisajes, sobre todo en las unidades del nivel local (Herrera **et al.**, en prensa, Mozgawa, 1993, Menéndez **et al.**, 1994, Kavanagh e Iacobelli, 1995).

Mateo (1984) plantea que el índice principal de las facies (unidad taxonómica de los paisajes más simple e indivisible del espacio geográfico) es la homogeneidad de las condiciones ecológicas y más adelante explica "...en los límites de un mismo paisaje, de un mismo sustrato, cada situación local debe corresponder con condiciones ecológicas homogénea, o sea, con determinadas condiciones de hábitat, es decir, de un mismo **ecótopo**. En tales condiciones, los organismos que habitan esa parte de la superficie terrestre, interactúan con el medio que habitan, lo transforman, contribuyen a formar un determinado suelo, cambian el clima local, el balance hídrico e incluso, el carácter de los procesos geoquímicos. De tal manera, la población vegetal y animal, forman una misma biocenosis, la cual, junto con los componentes del medio inorgánico asociados a una situación local concreta, dan lugar a formar el complejo físico-geográfico territorial más simple que es la facie. Así, puede afirmarse que, el índice decisivo de las facies no es el tamaño que ocupen, si no, la homogeneidad de las condiciones ecológicas y el grado de complicación de la estructura morfológica del territorio."

Según Golley (1993), el **ecótopo** es el término técnico para los ecosistemas en la superficie terrestre y se refiere al menor objeto espacial que posee propiedades relativamente homogéneas. De esta forma, y sin negar la potencial existencia de otros muchos sistemas ecológicos al interior de cada unidad de paisaje, queda claro que cada geocomplejo constituye también un ecosistema; siendo el más complejo e integral ejemplo de sistema ecológico de la envoltura geográfica.

La estructura y composición de los ecosistemas a nivel geográfico permanece inalterable respecto a las teorías ecológicas clásicas y no contradice ninguno de los postulados conocidos al respecto. Así, por ejemplo, en cualquier geocomplejo existen **productores primarios** (plantas verdes y otros autótrofos); **consumidores** (herbívoros, predadores y parásitos); **descomponedores** (mineralizadores, bacterias descomponedoras y carroñeros), un **medio inerte** constituido por los **componentes abióticos** del paisaje (aire, rocas, relieve, suelos y aguas superficiales y subterráneas); así como el **hombre** en su doble condición de ser biológico (consumidor y descomponedor) y ser social (actividad modificadora de la sociedad humana). En los biocomponentes, por lo tanto, se incluye toda la composición de especies de las distintas comunidades presentes en el geocomplejo, en dependencia de su complejidad y rango taxonómico; mientras que los componentes abióticos constituyen el **medio ambiente físico** del ecosistema.

Sin embargo, el hecho de que el concepto ecosistema no posea volumen definido, hace posible su aplicación funcional y operativa a objetos que no constituyen complejos territoriales de la envoltura geográfica, como una hoja de un árbol, una gota de agua o incluso, fuera de los límites físicos de la Tierra, mientras que el análisis de los paisajes está limitado, por definición, a los límites de la envoltura geográfica. ¿Significa esta circunstancia que los paisajes no constituyen sistemas ecológicos? Definitivamente, los complejos territoriales naturales reúnen

las propiedades necesarias y suficientes de los ecosistemas y son, a nivel geográfico, el mejor ejemplo de sistemas ecológicos.

Sin embargo, pudiera creerse que se puede incurrir en un serio error teórico-metodológico, al asumir las unidades de paisaje como ecosistemas, pues se "diluye" la diferencia principal entre los conceptos de geosistemas y ecosistemas, o sea, se abandona el carácter tradicionalmente biocéntrico del análisis ecológico y se asume una perspectiva policéntrica durante la ejecución del mismo.

Sobre esta situación, Rowe (1995) realiza una interesante reflexión: "Muchos especialistas que han sido entrenados como biólogos, se resisten fuertemente a la idea de que el ecosistema pueda ser algo más que un concepto abstracto, un diagrama en un libro de texto con flujo de energía y ciclo de materiales entre cuadros, desprovisto de dimensión espacial, sin estructura excepto para la composición numérica, no más que una estrategia heurística y un recuerdo de que todo organismo requiere del soporte de su medio ambiente. Hay que deshacerse de este pensamiento académico, porque sí el ecosistema no es algo real y objetivo en la naturaleza, podemos regresar al confortable estudio de comunidades, poblaciones y especies, mientras perdemos lentamente al paisaje."

De acuerdo con Golley (1993), con un concepto jerárquico totalmente operativo en el espacio, no es necesario crear categorías generales que contengan vegetación, comunidades o ecosistemas. Los paisajes contienen ecosistemas; y se puede estudiar una unidad de paisaje como una entidad ecológica, justamente como se estudia cualquier otra entidad del mundo natural.

Las ventajas teóricas de la concepción geoecológica son evidentes, pues al afirmar que los paisajes funcionan como sistemas ecológicos no se niega la existencia de los CTN, por el contrario, se subraya su carácter de sistema material integral. Por otra parte, la utilización de la misma, permite validar los análisis sobre hábitats, nichos, tramas tróficas, etc. en el espacio geográfico y circunscribirlos a los límites de los CTN, lo cual facilita el esclarecimiento de las propiedades ecológicas de los paisajes.

- **Cartografía y caracterización de los paisajes. Análisis ecológico del paisaje.**

La cartografía de los paisajes debe realizarse en equipos multidisciplinarios, formados por especialistas de distintas disciplinas, pero donde son más esenciales la presencia de geógrafos físicos y biólogos (ecólogos, botánicos y zoólogos). Idealmente, también deben participar geólogos, geógrafos económicos, ingenieros forestales y agrónomos, así como otros especialistas de las ciencias sociales.

La elaboración o actualización de los mapas de paisajes es un proceso complejo y con independencia de los objetivos de la investigación, del área de estudio y de la escala de trabajo, se pueden mencionar tres etapas generales de la cartografía de los geosistemas:

- Etapa I: Estudio previo de gabinete.
- Etapa II: Levantamiento de campo.
- Etapa III: Síntesis final de gabinete.

Etapa I: Durante el estudio previo de gabinete, se lleva a cabo el análisis y revisión bibliocartográfica de todos los materiales ya publicados y existentes sobre el territorio (mapas, esquemas, informes, publicaciones, etc.). Incluye el estudio detallado de los antecedentes geológicos, geomorfológicos, edáficos, biógenos, de condiciones hidroclimáticas, uso actual y perspectiva de la tierra, ordenación forestal y otros que puedan existir. También se elaboran varios mapas morfométricos (ángulo de las pendientes, disección horizontal, disección vertical, hipsometría absoluta) y el esquema de unidades morfológicas del relieve. Se ejecuta la estereovisión del área y con sus resultados se confeccionan los esquemas iniciales sobre la tipología y distribución de comunidades vegetales. A partir de la interpretación de los materiales aerofotográficos y aerocósmicos (imágenes satelitarias) y de la integración de los materiales anteriores, se elaboran concepciones iniciales sobre la estructura morfológica de los paisajes. Del mismo modo, se recopila y analiza toda la información socioeconómica disponible (propiedad de la tierra, infraestructura técnica y de servicios, población y asentamientos humanos, sectores económicos, etc.) Esta etapa concluye con la definición de las marcha-rutas a seguir durante el trabajo de campo y la determinación de áreas llaves a visitar.

Etapa II: El levantamiento de los paisajes es el procedimiento de investigación directa, en condiciones de campo y en equipo multidisciplinario, de la estructura, composición y carácter de los límites de los paisajes; o sea, es la confección del mapa de unidades locales de los paisajes. En esta etapa se ejecuta el estudio detallado de la composición físico-geográfica y de las peculiaridades ecológicas de los geocomplejos, directamente en el campo. Se comprueban las hipótesis elaboradas sobre la estructura vertical, así como de toda la información obtenida en gabinete y se verifican los límites definidos en la estereovisión. Además, y como fase fundamental, se obtiene información, que es el objetivo principal del levantamiento de campo. Para esto, se realizan “estaciones de levantamiento”. Durante las mismas, se pueden “llenar” planillas previamente confeccionadas, donde se exige toda la información necesaria a obtener en el campo, o simplemente se plasman los datos en una libreta de campo. En cualquier caso, se incluye más frecuentemente, la siguiente información:

- Situación: Número de la estación, fecha y hora, coordenadas geográficas, altura absoluta, toponimia del sitio donde se realiza la estación.
- Litología: Tipo de roca o depósitos, espesor de los afloramientos si los hubiese y del mismo modo, buzamiento aparente y real, presencia de agrietamientos, fisuras, etc.
- Relieve: Mesoforma en que se realiza la estación y parte de la mesoforma que ocupa específicamente el área de la estación, características morfográficas y morfométricas (forma del relieve, altura relativa, etc.), exposición, orientación, procesos geomorfológicos que se aprecian (tipo y estimado de la intensidad) y probable génesis del relieve.
- Suelos: Profundidad del suelo, espesor de los horizontes, color, textura, estructura, estabilidad de la estructura, porosidad, humedad, plasticidad, compacidad, pedregosidad (interna y superficial), síntomas de gleyzación o hidratación, grado de carbonatación, estimado del contenido de M.O., tamaño y contenido de raíces y límite entre los horizontes. Además, de disponer del instrumental necesario, ph y salinidad (sí procede).

- Hidrología: Fuente de humedecimiento, tipo de escurrimiento, carácter de las corrientes superficiales, temporalidad de la inundación (sí procede) y estimado del grado de humedecimiento.
- Vegetación: Composición florística, estructura, estratificación, altura, estimado de la densidad, estimado de la esclerofilia, presencia de esteras radicales (espesor y grado de cobertura) y estimado del área foliar predominante.
- Fauna: Debido a las peculiaridades de las comunidades zoológicas y a las particularidades de muestreo de los diversos grupos de fauna, resulta complejo lograr un inventario adecuado sobre la composición, estructura, hábitos, nichos y otras características de los zoocomponentes del paisaje, en el relativamente breve tiempo de una estación de levantamiento para geocomplejos; sin embargo, estos datos se incorporan posteriormente a la información sobre los geocomplejos, tratando cuando menos, de centrar los esfuerzos en los llamados "Grupos Focales"; o sea, las agrupaciones faunísticas de mayor relevancia ecológica, carisma e importancia económica y conservacionista.

A continuación, se hace una clasificación preliminar sobre la nomenclatura de la unidad de paisaje; que generalmente sigue el esquema siguiente: forma, tipo génético y morfometría del relieve, **formado por** tipo de litología o depósito, **con X** grado de humedecimiento o **X** periodicidad de inundación **yZ** tipo de comunidades zoológicas (por ejemplo; hidrófila, higrófila, xerófila o antropógena en el ejemplo del mapa de paisajes de Cuba a escala 1:1000 000), **enQ** tipo de comunidad vegetal, **sobre N** tipo de suelo.

Finalmente, se realizan observaciones específicas sobre el objeto de la investigación, sobre el estado de conservación del ecosistema, se identifican los procesos dañinos que puedan estar ocurriendo, problemas de manejo, potencialidades socioeconómicas no contempladas anteriormente, así como cualquier otra información de interés.

Etapa III: En esta fase final, se evalúan e integran los resultados del trabajo de campo con la información previa de gabinete, se ejecuta la síntesis de la información, se confecciona la leyenda del mapa y se elabora el mapa de geocomplejos. Para la elaboración de la versión final del mapa de paisajes, existen distintos métodos que no son objeto de nuestro curso y que se pueden consultar en la literatura clásica sobre Geografía de los Paisajes.

No obstante, es conveniente señalar que el mapa de paisajes se obtiene según esquema integral de componentes naturales y su correspondencia estructuro-funcional en el espacio geográfico. El proceso de integración se facilita mediante la superposición cartográfica y se puede auxiliar de técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), aunque algunos geocomplejos como los valles de primer orden en los sistemas montañosos, son difíciles de obtener con el uso de SIG y en estos casos, es más conveniente acudir a las técnicas manuales tradicionales.

La caracterización de los paisajes es un proceso que ocurre al unísono de las tres etapas señaladas y consiste en el esclarecimiento de las peculiaridades de las propiedades de los geocomplejos en el territorio específico de la investigación. Concretamente, es necesario esclarecer los procesos genéticos de los paisajes, las particularidades de la estructura vertical, las condiciones actuales de distribución de los geocomplejos, etc. La propia leyenda y la memoria explicativa del mapa, contienen la caracterización de los ecosistemas geográficos.

- **Análisis ecológico del paisaje.**

El estudio ecológico del paisaje consiste en la determinación de las correlaciones entre los componentes orgánicos e inorgánicos del CTN, cuyo nexo principal está en la transmisión de energía; de forma directa o a través del intercambio de sustancias, garantizando la perduración de la información.

Durante el análisis ecológico del paisaje, se esclarece la múltiple influencia de los componentes abióticos sobre la distribución de los biocomponentes y viceversa, la distribución de las condiciones geólogo-geomorfológicas, hidro-climáticas y edáficas que complican o favorecen el ecofuncionamiento, las relaciones entre la heterogeneidad de la estructura morfológica y los gradientes de distribución de la biodiversidad, el diseño espacial de la imagen del paisaje y su correspondencia con la disposición de las comunidades biológicas, la fragmentación de hábitats y sus consecuencias ecológicas (aunque algunos de estos hábitats no sean CTN propiamente dichos), así como la importancia ecológica de la presencia de múltiples elementos naturales y antrópicos existentes al interior de los geocomplejos y que no constituyen unidades definidas de la envoltura geográfica, pero de indudable connotación ecológica; como árboles aislados, carreteras, cercas vivas e inertes, etc.

### **CLASIFICACIÓN TIPOLOGICA E INDIVIDUAL DE LOS PAISAJES.**

Los complejos naturales tipológicos y los individuales. (Tomado de Mateo, 1984) La mayoría de los científicos, acepta la idea de que existen dos tipos de complejos territoriales naturales; los tipológicos y los individuales, los cuales se distinguen de acuerdo con los principios de la diferenciación físico-geográfica, que puede ser tipológica y regional.

Los complejos físico-geográficos **individuales** se caracterizan por su irrepitibilidad (o individualidad), de acuerdo con la estructura de los componentes, a su composición sustancial, tanto cualitativa como cuantitativa, por la integridad territorial, la unidad en la estructura, la irrepitibilidad en espacio y tiempo y por la unidad genética relativa. Es decir, que los complejos naturales individuales se distinguen y agrupan de acuerdo con el principio de contigüidad e inseparabilidad espacial, de heterogeneidad regular e integridad territorial. En la distinción de los complejos individuales el criterio principal ha de ser, no la semejanza, sino las relaciones espaciales entre las unidades territoriales componentes y la comunidad del desarrollo histórico. Las unidades individuales se sistematizan en el proceso de la regionalización físico-geográfica.

Las unidades de la regionalización se componen de categorías individuales de diverso rango y grado de complejidad e incluyen, más frecuentemente, las siguientes unidades: continente (subcontinente), país, dominio, provincia, distrito (subdistrito) y región (subregión).

Como ejemplo de complejos individuales se pueden citar: Africa, Los Andes, El Delta del Nilo, Cuba, La Sierra Maestra, Isla de la Juventud, La Sierra del Rosario, etc.

La individualidad y la irrepitibilidad de los paisajes en el espacio y en el tiempo, se puede mostrar en algunos ejemplos.

- La Llanura Roja de La Habana-Matanzas con sus condiciones naturales específicas, existe en el mundo en un solo ejemplar. Tal estructura del territorio, y en particular las peculiaridades de la asociación e interrelación de los componentes y los complejos naturales elementales, no existen en ningún otro lugar y no existieron en épocas precedentes del desarrollo.

- La Sierra Maestra es un complicado sistema montañoso que se distingue de los restantes, tanto por la historia de su desarrollo, como por la estructura y zonalidad de los componentes y complejos. En las Montañas de Moa-Toa-Baracoa se observa otra estructura y zonalidad.

Los complejos naturales **tipológicos** se caracterizan por poseer rasgos comunes principales de la naturaleza, propios no solo de unidades vecinas, sino también de unidades lejanas. Son repetibles en el espacio y en el tiempo. Es decir, ellos se distinguen de acuerdo con la analogía, homogeneidad relativa, pertenencia a un mismo tipo y repetibilidad y existencia de muchos contornos con desunión areal de los mismos. Cualquier clasificación tipológica de los paisajes debe observar los siguientes principios:

- El **principio histórico-evolutivo**, que tiene en cuenta el hecho de que los paisajes (y la estructura de los mismos) son fenómenos históricos, metacrónicos y poligenéticos, lo cual se manifiesta bajo la forma de hileras evolutivas de las diversas categorías tipológicas.

- El **principio estructural** que implica esclarecer las interacciones entre los subsistemas, sistemas y suprasistemas, las interacciones entre los componentes y los geocomplejos elementales tipológicos y sus relaciones con las unidades superiores.

- El **principio genético** presupone que cada categoría tipológica se diferencia de acuerdo a la génesis, ya que la envoltura geográfica es un sistema poligenético

El conocimiento de los complejos tipológicos, a diferencia de los regionales, se basa en el estudio, no de lo único (irrepetible) o individual, sino de lo común y lo propio para todo tipo dado. Al caracterizar una región físico-geográfica dada, el equipo multidisciplinario estudia, no todas las cañadas, no todos los parteaguas, no todas las cimas, etc., sino los más representativos, tipificando los complejos y extrapolándolos. Es en ello, donde radica de manera particular, la importancia teórico-metodológica de la clasificación, como procedimiento principal a la hora de generalizar y determinar las regularidades del desarrollo y distribución de los complejos naturales. Ello sirve además para los trabajos aplicados, ya que los complejos tipológicos cercanos, poseen un complejo de condiciones y recursos naturales parecidos, así como reacciones similares a la actividad humana.

Las unidades taxonómicas tipológicas de los paisajes se componen de categorías de diverso rango y grado de complejidad e incluyen más frecuentemente las siguientes unidades: clase (subclase), tipo, grupo y especie (subespecie).

Como ejemplo de unidades tipológicas se pueden citar, para el caso de Cuba las llanuras y montañas, llanuras aluviales erosivas, depresiones erosivo-denudativas, montañas bajas cársico-denudativas, etc.

La homogeneidad relativa y repetibilidad de las unidades tipológicas, se puede mostrar en los siguientes ejemplos:

- La llanura marino-biógena acumulativa, formada por el complejo de depósitos marinos y bioterrígenos carbonatados, estacionalmente inundada, con bosque de manglar sobre suelos hidromórficos se repite de forma regular en toda la costa sur de Cuba y sus cayos adyacentes, pero además, es posible encontrarla en las zonas bajas de la costa norte.

- El complejo de dunas bajas acumulativas, formada por arenitas y arenas biodetríticas poco consolidadas, con matorral costero y xeromorfo costero sobre suelos Poco Evolucionados se



presenta en los litorales de barlovento de muchos cayos del Archipiélago de Sabana-Camaguey, pero también ocurre en cayos situados al sur de la Isla de Cuba, como en Cayo Largo del Sur en el Archipiélago de Los Canarreos.

Aunque se distinguen con claridad los complejos naturales tipológicos e individuales, hay que señalar que ambos tipos tienen ciertos rasgos comunes. Así, todos los complejos, simultáneamente, se caracterizan por propiedades, tanto individuales como tipológicas. Los complejos individuales poseen algunos rasgos comunes, e incluso pueden ser análogos (ejemplo de los mogotes de Viñales y los existentes en Yugoslavia y Vietnam). Así, en la regionalización físico-geográfica se pueden tipificar los complejos naturales, solo de un rango taxonómico (provincias, países, etc.)

### **El enfoque geoecológico en el análisis de la diversidad de especies biológicas.**

La utilidad del enfoque geoecológico es evidente con respecto al análisis de la diversidad biológica, puesto que las unidades de paisaje contienen ecosistemas, biótopos, comunidades y especies, o sea, el llamado "holon" de la jerarquía biológica (Noss y Harris, 1986), lo cual hace posible el análisis práctico de los problemas relacionados con los procesos esenciales vitales y la preservación de la biodiversidad, a cualquier nivel ecológico y en una unidad concreta del espacio geográfico, al unísono.

### **Biodiversidad.**

En la literatura internacional abundan diferentes definiciones del concepto de biodiversidad. Algunos ejemplos se pueden apreciar en OTA (1987), Davis **et al.** (1990), Pielou (1991), Solbrig (1991), Noss (1992), PNUMA (1992), WRI, UICN y PNUMA (1992), WWF/Canada (1993) y Noss y Cooperrider (1994) entre otros autores.

En nuestra opinión, por su sencillez y claridad, nos parecen más adecuadas las definiciones aportadas por OTA (1987), Davis **et al.** (1990), PNUMA (1992) y WRI, UICN y PNUMA (1992) que coinciden en definir como biodiversidad a la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales ellos ocurren. El Convenio sobre Diversidad Biológica señala que es "... la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte..." (PNUMA, 1992). La biodiversidad posee tres niveles fundamentales: diversidad de ecosistemas, diversidad de especies y diversidad genética.

Según Halffter (1994), la diversidad genética está condicionada por la cantidad de alelos diferentes que tenga cada gene y los caracteres que estos distintos alelos codifican en el organismo. La diversidad de especies (Whittaker, 1972) cuenta de dos componentes bien definidos: la presente en un sitio dado, que es en función de la cantidad de especies que comparten un mismo hábitat (diversidad **alfa**) y la heterogeneidad en la composición de especies a través de un gradiente ambiental o serie de hábitats (diversidad **beta**), en cuanto a la diversidad **gamma**, contempla la diversidad total de especies presente en una región geográfica.

Sin embargo, Halffter (1994) y Toledo (1994) consideran la diversidad **gamma** como la diversidad geográfica, la cual queda determinada por la diversidad de ecosistemas en una región dada; este último autor propone una nueva acepción, la diversidad **delta**, para registrar la

heterogeneidad entre regiones. Coincidimos con estos autores y consideramos que el contenido de la diversidad **gamma** propuesta por Whittaker (1972) es ciertamente una extensión de la diversidad **beta**, ya que cualquier región geográfica es una colección de hábitats e incluye varios gradientes ambientales. En Cuba, esto se cumple tanto si se usan las regiones geográficas tradicionales (Nuñez, 1972) como si se aplica en la regionalización físico-geográfica compleja (Mateo y Acevedo, 1989).

Sin embargo, resulta interesante la propuesta de Steele (1991), quien considera que se debe introducir otra acepción técnica en los análisis sobre biodiversidad y sugiere el siguiente concepto.

**Diversidad Funcional:** Variedad de respuestas diferentes a los cambios ambientales, especialmente, las distintas escalas espaciales y temporales en que los organismos reaccionan entre ellos y con el ambiente.

Consideramos válida la propuesta de este autor, pues en las condiciones de las montañas tropicales del occidente de Cuba, Herrera **et al.** (En prensa) encontraron y definieron más de 30 ecosistemas funcionalmente diferentes, sobre la base de distintas "respuestas funcionales" del bosque siempreverde tropical, ante la variabilidad de las "tensiones abióticas", en tan solo 2,3 km<sup>2</sup>.

Al integrar los resultados del análisis de la diversidad florística y su expresión en el funcionamiento del bosque siempreverde tropical, con la estructura de los paisajes de un sector de la Sierra del Rosario, estos autores encontraron que las especies biológicas se agrupan en familias funcionales y adoptan estrategias funcionales, para enfrentar las tensiones condicionadas por los abiocomponentes del paisaje.

La distribución espacial de tales tensiones y sus respuestas funcionales (estrategias de funcionamiento), ocurre con arreglo al esquema de las unidades geoecológicas, lo cual confirma la validez de profundizar en la relación biodiversidad-paisaje y de abordar los problemas del funcionamiento ecológico, tomando como unidad básica de análisis los geocomplejos.

Más recientemente, Suardíaz (1995) logró extender los resultados obtenidos por Herrera **et al.** (en prensa), para obtener el primer ejemplo cubano de cartografía del funcionamiento ecológico del paisaje en todo un bloque tectónico. Su novedad radica en que la definición de los geocomplejos se aparta de los métodos físico-geográficos clásicos, para incorporar propiedades del funcionamiento ecológico en la diferenciación y clasificación de los paisajes.

El papel de los paisajes en el estudio y conservación de la biodiversidad.

De acuerdo con Franklin (1993), los paisajes juegan tres roles críticos en la conservación de la biodiversidad:

- Proporcionan unidades de hábitats a pequeñas escalas espaciales.
- Incrementan la efectividad de áreas protegidas.
- Controlan la conectividad entre unidades de paisajes, incluyendo el movimiento de organismos entre reservas.

En opinión de este autor, "la provisión de hábitats a pequeñas escalas espaciales es una función primaria de la matriz de los paisajes", o sea, la posibilidad de definir contornos objetivos

de ecosistemas a escalas detalladas, pues "el enfoque de ecosistemas es, además, el único camino para conservar organismos y procesos en los hábitats y subsistemas ecológicos pobremente conocidos o desconocidos."

Evidentemente, en términos de gestión, manejo y conservación de la biodiversidad, la posibilidad de georeferenciar los ecosistemas a límites de unidades objetivas es una gran ventaja, pues no sin razón, se afirma que para proteger la diversidad biológica "in situ", es absolutamente necesario proteger y mantener el funcionamiento de los paisajes (Orians, 1993), ya que las especies biológicas no se conciben aisladas, si no, formando parte del sistema ecológico, cumpliendo nichos en el paisaje.

Sobre este particular de la relación paisaje-conservación de la biodiversidad, Rowe (1994) hace una reflexión interesante: "Debido a que nosotros sabemos que los organismos son inseparables de sus paisajes y debido a que (en comparación con los organismos) es relativamente fácil la identificación de tipos de unidades de tierra, un programa de preservación de paisajes puede, en este sentido, compensar a largo plazo la ignorancia taxonómica."

Urban **et al.** (1987) consideran esencial el análisis de ecología del paisaje para comprender la dinámica de la riqueza de especies y las tasas de cambios del entorno, sobre todo, en áreas con rápido cambio de geocomplejos. Carleton (1991) sostiene que los principios de la ecología del paisajes son particularmente adecuados, para comprender como los procesos espaciales y temporales jerárquicamente organizados, pueden mejorar o mantener la diversidad de las unidades biogeográficas.

Peterson y Peterson (1991) plantean la identificación de las formas del relieve o propiedades invariantes (enduring features) del paisaje, como la primera fuente de diversidad ecológica y por tanto de diversidad biológica. Estos autores han enfatizado en lo conveniente y necesario de un enfoque paisajístico para garantizar los objetivos de conservación y consideran que la aproximación desde un enfoque de ecología del paisaje, reconoce que la diversidad biológica es un componente esencial y expresión de la diversidad de paisajes.

Kavanagh e Iacobelli (1995) ilustran varios ejemplos de como la biodiversidad depende y se relaciona con la diversidad de los paisajes. Ellos explican la dependencia de algunas especies de anfibios, de los paisajes húmedos de las depresiones intradunas de la Península de Punta Larga en el Lago Erie. Por otra parte, las terrazas fluviales y la disección vertical existentes en el valle del Gran Creek (Ontario), condicionan la presencia de diversas asociaciones de bosques que a su vez, se constituyen en hábitats de distintas especies de aves.

Llama la atención, pues se trata de uno de los escasos ejemplos que explican la relación entre las unidades de paisaje y comunidades de fauna.

Por otra parte, la experiencia internacional señala el importante rol de las unidades de paisajes en el esclarecimiento de los flujos de sustancia y energía entre ecosistemas (Risser, 1987, Forman y Godron, 1986, Sala **et al.**, 1994), así como el papel que juegan en esta dinámica los ecotonos (Hillbricht-Ilkowska **et al.** 1991). De aquí se desprende que el inverso también puede ser valioso, es decir, aprovechar la información sobre las relaciones interecosistemas para esclarecer las catenas de los paisajes.

Finalmente, dos aspectos no deben pasar por alto: el enfoque geocológico ha resultado sumamente útil para comprender la dinámica de alteración de los ecosistemas debido a

impactos humanos y para entender los problemas ecológicos de la fragmentación de los paisajes (August, 1991, Priego **et al.**, en prensa, Olson y Dinerstein, 1994), por lo tanto, se sugiere abordar los esquemas de rehabilitación de áreas actualmente modificadas a partir del mismo, e incorporarlo como herramienta básica a las Evaluaciones de Impacto Ambiental.

### **Medición de la Ecodiversidad.**

La medición de la ecodiversidad es una tarea compleja y difícil. De acuerdo con Solbrig (1991), la diversidad de un sistema puede ser separada en dos grandes componentes. La misma puede diferir en el número de entidades (referido a la riqueza o abundancia), o puede diferir en la abundancia relativa o importancia de las entidades. La diversidad puede ser medida en diferentes formas. Una medida es la simple numeración del número de unidades distintas (riqueza); otras formas son los rangos de unidades en orden de importancia. La medida más precisa es aquella que considera, además, la abundancia relativa de cada tipo. Un buen ejemplo de este caso es el índice de diversidad de Shannon y Weaver (1949).

$H' = -\sum p_i \log(p_i)$  donde:

$H'$  = medida de incertidumbre con la cual podemos predecir la clase del próximo individuo encontrado en una muestra.

$p_i$  = abundancia relativa de la clase  $i$  en el área de estudio.

Según Solbrig (1991), una medida similar es el índice de Simpson (1949):

$D_v = \sum 1/p_i^2$ , el cual mide el incremento del número de individuos por especies o tipos de ecosistemas.

Monmonier (1974), propone un índice de fragmentación para analizar los patrones de complejidad en imágenes de sensores remotos, que pudieran adaptarse para establecer estimados de la fragmentación de ecosistemas.

$F = (n-1)/(c-1)$  donde:

$n$  = número de clases diferentes presentes en el área de interés.

$c$  = número total de individuos.

Otros ejemplos de índices para estimados de variabilidad en imágenes de sensores remotos pueden apreciarse en las propuestas de Murphy (1985).

Romme (1982) propone varios índices para el análisis de los efectos de patrones sobre los procesos ecológicos. Por ejemplo:

-Riqueza Relativa  $R = n/n_{\max}$ . donde:

$n$  = número de clases diferentes presentes.

$n_{\max}$  = número máximo de clases diferentes posibles de ocurrir.

Este índice es esencialmente similar al de Diversidad Tipológica ( $DT = n/N$ ) enunciado por Snacken y Antrop (1983) y utilizado en Cuba para el ejemplo del Archipiélago Sabana-Camagüey por Sánchez (1991), con buenos resultados.

O'Neill **et al.** (1988) proponen los siguientes índices de diversidad y dominancia para el análisis de los patrones espaciales de los paisajes:

-Diversidad  $H = -\sum p_k \ln(p_k)$  donde:

$p_k$  = proporción del paisaje de la clase  $k$  en el área de interés.

$\ln$  = logaritmo natural.

En este caso, se trata de una propuesta similar al índice de Shannon-Weaver (1949), pero sustituyendo el tipo de logaritmo, y

-Dominancia  $D = H_{\max} - H$  donde:

$H$  = Diversidad.

$H_{\max}$  = Diversidad máxima =  $\ln(n)$  donde:

$n$  = número de clases diferentes presentes.

$\ln$  = logaritmo natural.

Otros índices para estimar la complejidad y desmembración de ecosistemas, se pueden encontrar en los trabajos de Snacken y Antrop (1983) y Viktorok (1986). Turner (1989), realizó una interesante recopilación sobre los indicadores disponibles para estimar la heterogeneidad del paisaje.

En nuestra experiencia, Priego **et al.** (1996) utilizaron el índice de O'Neill **et al.** (1988) para el análisis de la diversidad de ecosistemas del Grupo Insular Sabana-Camagüey, y posteriormente, realizaron un ejercicio con una modificación del índice de Shannon y Weaver (1949) propuesta por de Miguel (1993). Esta modificación consistió en sustituir  $p_i$  por  $m_i$  en el primer producto, o sea:

$H = -\sum p_i \ln(p_i)$  donde:

$p_i = m_i/N$  y  $\ln$  = logaritmo natural.

$m_i$  = número de individuos del tipo de ecosistema  $i$  presentes en el área de estudio (Cayo, localidades de paisaje, etc.).

$N$  = número total de individuos presentes en el área de estudio.

Al introducir la modificación (sustituir  $p_i$  por  $m_i$ ), se obtuvo:

$H = -\sum m_i \ln(p_i)$

Los resultados reflejan que el índice de O'Neill **et al.** (1988) (idem Shannon-Weaver), aunque de indudable utilidad, sólo aumenta con la equitatividad, razón por la cual en ocasiones no refleja diferencias evidentes entre algunos sistemas insulares con amplias desproporciones en el número total de individuos. Por otra parte, el índice modificado se "dispara" con la abundancia, pero su virtud radica en expresar las diferencias en los casos más sutiles. Su desventaja consiste en que los resultados son muy desproporcionados, sí existen amplias diferencias entre los objetos comparados, y se hacen necesarios sorteos estadísticos adicionales para organizar la tipología.

De cualquier modo, consideramos que tiene mayor importancia la interpretación geoecológica de los resultados. La utilización de los índices de riqueza y diversidad de ecosistemas (y su correcta valoración) debe servir a los propósitos de esclarecer las áreas de mayor variabilidad bio-abiótica, que pueden ser obvias "zonas calientes" de biodiversidad, de igual modo, reflejan la unicidad de determinados tipos de ecosistemas y la frecuencia de ocurrencia de los mismos. Tales conocimientos, pueden resultar útiles en el perfeccionamiento de los sistemas de áreas protegidas para garantizar una efectiva conservación de la biodiversidad.

Por otra parte, Priego y Rodríguez (1995) encontraron que la riqueza y diversidad de ecosistemas (en el ejemplo de Cuba) guarda una estrecha relación con el endemismo de la flora y la fauna, lo cual denota la importancia de la utilización de estos índices (sobre todo con sensores remotos) para áreas pobremente conocidas o de difícil acceso.

Finalmente, la interpretación de la riqueza y diversidad ecológica puede apoyar el estudio histórico-genético de los geocomplejos e incorporarse a los índices de evaluación de los ecosistemas en las metodologías de ordenamiento ecológico de los paisajes.

---

### III.5. ALGUNAS HERRAMIENTAS DEL ANÁLISIS AMBIENTAL

Dr. Pedro Alcolado

El análisis ambiental es en sí misma una herramienta mediante la cual se evalúan científicamente los diferentes aspectos relacionados con el medio ambiente y sus recursos con el fin de accionar de la forma más adecuada sobre éste, y propiciar un menor grado de deterioro y un mejor resultado económico neto a corto y largo plazo, y por ende un verdadero desarrollo (no un simple crecimiento). Este análisis se aplica para la elaboración de estrategias y planes de manejo, estudios de impacto ambiental, planeamiento ambiental, evaluaciones de proyectos, inspecciones ambientales, auditorías, evaluaciones de problemas ambientales, etcétera.

Pero al mismo tiempo, el análisis ambiental requiere de herramientas de trabajo científico para ser ejecutado de manera objetiva y eficaz.

- **La investigación**

Es muy conveniente puntualizar algo que es objeto de mucha confusión y desacuerdos en la actividad medioambiental y científica: lo referente a lo que es necesario averiguar o investigar para dar respuesta a un problema ambiental determinado, y consecuentemente el tipo de acción requerida. Hay que recordar que toda acción indagatoria o investigativa ha de ser llevada a lo largo de un eje rector establecido por un objetivo claramente planteado y evitar caer en la tentación de querer hacer más de lo necesario en detrimento de una mayor efectividad en alcanzar lo deseado. Es saludable recabar en que los objetivos deben responder a preguntas claramente planteadas y susceptibles de ser respondidas.

La actividad científica medioambiental puede ser clasificada en tres tipos: **Prospecciones** (*surveys*) para identificar problemas u oportunidades (diagnóstico); **investigaciones de monitoreo** (establecimiento de la **línea base** de referencia y **monitoreo**); e **investigaciones científicas** para responder cuestiones pertinentes al manejo (inventarios, categorizaciones, mecanismos, relaciones causa/efecto, etc.). Cada una tiene sus particularidades y limitaciones (figura 1).

Quien tiene la responsabilidad de manejar recursos naturales necesita actuar con niveles de confianza estadística de 70 a 80%, debido a que sus plazos de ejecución se miden en meses, mientras que el tiempo requerido para obtener respuestas científicas confiables (en un nivel de 95 a 99%) se mide usualmente en años (Wilkinson, 1992). Generalmente existe información suficiente mundialmente acumulada para abordar al menos de forma inicial la mayoría los asuntos relacionados con el medio ambiente. En la mayoría de los casos no es la falta de información científica lo que impide aconsejar cómo actuar de forma acertada sobre un problema que afecta al medio ambiente, sino problemas subjetivos basados en intereses creados, enfoques incorrectos del desarrollo económico (resultados a corto plazo, análisis económicos parciales, etc.) y en ocasiones por posiciones psicológicas negativas (confrontación sectorial, prejuicios, prepotencia, presiones externas, etc.). La investigación aplicada generalmente es necesaria para dar una respuesta al inversionista sobre cómo evitar, minimizar o dosificar un daño, más que para el especialista de medio ambiente que generalmente sabe qué es lo que no se debe hacer. Por eso es que los estudios de impacto ambiental recaen sobre la parte empresarial. Por ejemplo, queda muy claro que no se pueden derramar contaminantes no tratados al mar, pero el inversionista es el que tiene que solicitar un

a investigación sobre cómo va a resolver ese problema (forma racional de uso de los materiales, tecnología adecuada, sistema de tratamiento, nivel de dosificación-dilución, etc.). Por otra parte, si se toma como base el principio precautorio de la Cumbre de Río, se comprenderá que la falta de conocimientos científicos no es justificación para aprobar la ejecución de una obra que potencialmente sea peligrosa a juzgar por la experiencia acumulada o el sentido común (que aunque muchas veces falla es irrenunciable).

Tipos y propiedades de las actividades científicas dentro de la gestión ambiental.

Tipos de investigaciones:

1. Prospección **para diagnóstico**

Muestreo rápido y económico para obtener una idea sobre el estado en que se encuentra el territorio.

En muchas ocasiones se pueden identificar las causas del deterioro.

No siempre sirve como línea base para monitoreo y lleva bastante tiempo.

2. Línea base **y monitoreo**

Descripción con suficientemente rigor estadístico con fines comparativos.

Suele ser costosa y consumir bastante tiempo.

3. Científica

Descripción con rigor científico y/o estadístico con fines de aportar conocimientos.

Puede tener cierto margen de flexibilidad pero debidamente argumentado.

Suele ser costosa y consumir bastante.

Puede servir para el monitoreo.

El análisis ambiental marino está indisolublemente implicado en el manejo integrado costero (MIC). El manejo integrado costero, según GESAMP (1996) consta de cinco fases, en las cuales las ciencias desempeñan un importante papel:

1. Identificación y evaluación de asuntos claves

- Evaluación de la condición de los ecosistemas y su uso
- Identificación de asuntos de mayor prioridad a manejar
- Identificación de los actores claves
- Formulación de una visión de futuro para el sitio

2. Preparación del programa de manejo

- Establecimiento de un equipo local mínimo de trabajo
- Proceso de consulta y educación a la comunidad
- Investigación sobre asuntos políticamente pertinentes; asuntos a manejar y límites geográficos



- Acciones tempranas de manejo
  - Protocolos de monitoreo
  - Objetivos, políticas y acciones de manejo
  - Diseño mecanismos institucionales de manejo
3. Adopción formal del programa y financiamiento
    - Aprobación oficial del plan y los mecanismos de manejo
    - Asignación de fondos y recursos para la implementación del plan
  4. Implementación del programa
    - Implementación de mecanismos y procedimientos de manejo
    - Promoción del cumplimiento voluntario de las normas mediante acuerdos y regulaciones
    - Construcción y operación de los proyectos
    - Monitoreo de los cambios en la línea base de condición y uso de los recursos, calidad de la vida, y las decisiones y acciones
  5. Evaluación del programa
    - Evaluación de los mecanismos de manejo en el programa y en el gobierno
    - Identificación de las principales lecciones
    - Revisión de los asuntos claves y de las prioridades dentro y fuera del programa de manejo

Las actividades científicas para cada una de esas fases son resumidas por GESAMP (1996) de la forma siguiente:

### **Fase 1**

1. Evaluación de la condición de los sistemas costeros
  - Caracterización de hábitats, especies, y comunidades biológicas importantes, de los recursos vivos y no vivos, y de sus interrelaciones
  - Identificación de las tendencias de uso de los recursos
  - Estimación de las implicaciones a corto y largo plazo de esos cambios para el ambiente y la sociedad
  - Identificación de sub-áreas y condiciones particulares que merecen prioridad
2. Evaluación del contexto político e institucional
  - Identificación las funciones y responsabilidades de las agencias según sus relaciones con las prioridades de MIC
  - Evaluación de la capacidad, capacitación y credibilidad para abordar esos problemas prioritarios
  - Identificación de las políticas y metas pertinentes a esos objetivos

### 3. Evaluación del contexto de desarrollo

- Evaluación de las tendencias de los indicadores de calidad de vida
- Identificación de los interesados relacionados con las prioridades del MIC, sus valores e intereses
- Evaluación inicial de la percepción social de las prioridades y de sus implicaciones

Preguntas científicas pertinentes esta etapa en relación con la destrucción y restauración de hábitat marinos y costeros son:

- ¿Cual es la escala de destrucción del hábitat?
- ¿Cuáles son los procesos naturales que mantienen la integridad del hábitat?
- ¿Cuáles son los vínculos dinámicos entre hábitat que necesitan ser considerados para mantener un uso sostenible de sus recursos?
- ¿Pueden ser cuantificados los vínculos entre la degradación de los hábitat y las actividades humanas?
- ¿Cuántas especies son activamente dependientes de los hábitat involucrados?
- ¿Son todas las especies importantes para propósitos de conservación?
- ¿Cuáles son las escalas temporales de la recuperación natural de los hábitat?
- ¿Cuáles especies desempeñan un papel clave en el proceso de recuperación natural?

### Fase 2

1. Especificar claramente los objetivos de manejo del programa (que reflejen los intereses y valores de los involucrados en las áreas y recursos a manejar)
2. Establecimiento de un proceso de consulta y de planeamiento que evalúen las diferentes opciones de acción
3. Desarrollo de un plan de manejo que constituya una “visión de futuro” que exprese en términos tangibles:
  - Las cualidades del ambiente a lograr y mantener
  - La forma en que los recursos serán asignados
  - Los cambios necesarios en los patrones de uso y de la conducta humana
4. Inculcar en a nivel de la comunidad un sentimiento de pertenencia (comitencia) hacia los objetivos del plan MIC mediante la incorporación de los interesados (previando un tiempo suficiente)
5. Para ganar confianza y apoyo hacia un número decreciente de opciones, promover de forma iterativa en el planeamiento el análisis, el debate, e implementación de acciones a escala piloto
6. Enfocar la atención hacia pocas áreas relativamente pequeñas, y posponer extensiones mayores para una futura generación de MIC
7. Incluir en el programa los vacíos de información a llenar en relación con:
  - Las características y condiciones de loo sistemas costeros que preocupan más y merecen atención

- El proceso de gobierno del MIC (proceso de toma de decisiones, cumplimiento de los controles voluntarios o regulatorios)
  - Factores y procesos que regulan esas características y condiciones
8. Contribuir con investigaciones dirigidas a:
- Estimar la influencia relativa de los factores antropogénicos y naturales en cambios particulares en los sistemas y recursos costeros
  - Caracterizar las consecuencias a corto y largo plazo sobre la sociedad de las tendencias en las condiciones y uso del ambiente costero
  - Evaluar los beneficios económicos y sociales que se derivan de las diferentes opciones de uso y explotación de los recursos
  - Formular enfoques para mitigar o revertir la degradación ambiental
  - Estimar el costo social, ambiental y económico, y los beneficios de las alternativas de manejo

### **Fase 3**

(Aquí hay un cambio dramático de los aspectos científicos hacia los aspectos políticos; regateo y acomodo del financiamiento)

1. Análisis costo/beneficio y de decisiones
2. Argumentación acerca de si puede esperarse razonablemente que las acciones propuestas produzcan los resultados prometidos (en la conducta humana y en las condiciones de los ecosistemas)

### **Fase 4**

1. Monitoreo
2. Asistir a los miembros del grupo de MIC en la traducción de la información del monitoreo y en la evaluación de la eficacia de las nuevas medidas
3. Probar las hipótesis planteadas en las fase 1 a 3 en las que se basó el programa
4. Aconsejar sobre algún cambio necesario en el programa

### **Fase 5**

1. Evaluar la pertinencia, confiabilidad y efectividad de costo de la información científica generada por la investigación y el monitoreo
2. Aconsejar sobre la confiabilidad de los datos de control
3. Estimar en que medida los cambios observados en el ambiente y en las prácticas se atribuyen a las medidas del MIC y no a otros factores

Los factores que afectan a la contribución de las ciencias al MIC según GESAMP (1996) son:

#### **En todas las fases del ciclo de MIC**

- La ciencia debe estar presente en el MIC para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y el comportamiento humano
- La ciencia debe aplicarse dentro de una estructura de solución de problemas
- Los científicos y responsables del manejo deben trabajar unidos

- Deben establecerse mecanismos para abordar la tensión entre científicos y responsables del manejo (estándares numéricos, metas y objetivos claros)
- Usar mecanismos de cooperación y de búsqueda de consenso entre científicos y responsables del manejo (talleres de trabajo, grupos informales de trabajo para asesoría o toma de decisiones)
- Debe buscarse el apoyo de la comunidad, evitando enemistades y conflictos, y creando intereses comunes
- Debe involucrarse a los grupos comunitarios en el diseño, y en la conducción e interpretación de las investigaciones
- Deben involucrarse a los científicos locales
- Deben adoptarse objetivos y plazos de investigación realistas y específicos que respondan a preguntas de manejo
- Los proyectos científicos deben ser sometidos a revisión por expertos
- Debe aprovecharse al máximo el conocimiento científico ya existente, que ya puede ser suficiente
- Se debe ser pragmático. A veces la ciencia y la tecnología sólo tienen un impacto marginal sobre la comprensión y manejo de sistemas complejos como los abordados por el MIC.
- La tecnología simple y barata puede ser suficiente en muchos casos. La tecnología compleja puede absorber tiempo y recursos al MIC. La alta tecnología no debe ser utilizada por que sí.
- La presentación y aplicación del conocimiento debe ser sensible a la cultura local

### **En las fases preparatorias 1 y 2**

- Hay que definir los problemas de manejo, por qué existen y como deben de abordarse
- Hay que aislar las causas de los problemas y ayudar a erradicar prejuicios y concepciones equivocadas
- Poner más énfasis en el uso de datos existentes que realizar estudios en una primera generación de MIC
- El exceso de confianza en científicos internacionales puede dilatar o impedir el establecimiento de un MIC viable, incurrir en elevados costos, o dar resultados de valor limitado
- La capacidad científica local puede elevarse en grupos de trabajo interinstitucionales, con ayuda de científicos de estatura internacional, y enfocando aspectos directos del MIC
- La ayuda científica externa es más útil cuando ya está establecido el contexto social e institucional para el MIC
- La aplicación prematura de tecnología sofisticada (ej. SIG) puede desviar recursos necesarios para las actividades esenciales del MIC

### **En la fase de adopción formal (fase 3)**

- Una porción de las actividades científicas debe ser financiada por el propio programa de MIC como incentivo a los científicos para dedicarse a cuestiones de manejo
- Deben crearse incentivos adicionales para que los científicos se concentren en investigaciones pertinentes al manejo
- Deben establecerse las líneas base y las actividades de monitoreo de las condiciones naturales antes de la fase de implementación (para las ciencias naturales)
- Deben establecerse las líneas base y el monitoreo de la percepción pública y del proceso de gobierno antes de la fase de implementación (para las ciencias sociales)
- Los científicos pueden ayudar a reunir el tipo de información que requieren los responsables del manejo de recursos y políticos para establecer objetivos claros, estimulantes y cuantificados

#### **En la fase de implementación (fase 4)**

- Deben crearse las estructuras duraderas de administración y relaciones que facilite el acceso de los resultados científicos al manejo
- Los responsables del manejo de recursos y científicos trabajando juntos deben usar los resultados del monitoreo para ajustar el manejo
- Debe de reconocerse la necesidad de demostrar en términos comprensibles los argumentos científicos que sustentan la preferencia por alguna alternativa de intervención en el medio
- Cuando el programa de MIC madura la ciencia ha de evolucionar de la identificación de problemas y oportunidades a la ayuda de desarrollar nuevas tecnologías, y a entender los resultados de las investigaciones y del monitoreo, los mecanismos de retroalimentación y otras interrelaciones

#### **En la fase de evaluación (fase 5)**

- En la fase de evaluación la necesidad de la ciencia es crítica para establecer las lecciones aprendidas en el ciclo de manejo y la determinación de las acciones necesarias para la próxima generación de MIC

- **Análisis de amenazas**

Una herramienta que puede ser muy útil en análisis ambiental es el **análisis de amenazas**. Según The Nature Conservancy (1995), el análisis de amenaza es un proceso vital para establecer planes de manejo y programas de monitoreo. Ambos están determinados por las amenazas específicas, y los objetivos de la protección del área. Las amenazas son aquellas actividades de origen humano o natural que causan daño significativo a los recursos de un área o que están en serio conflicto con los objetivos de la administración y manejo de ésta.

El primer paso para un análisis de amenaza es la identificación y categorización de tres factores:

1. Sistemas: cuencas, comunidades, ecosistemas, poblaciones, especies, etc.,
2. tensores: factores que dañan o pueden dañar a algún componente o proceso ecológico clave, y

3. orígenes: causas de los tensores, que es lo mismo que amenazas. Pueden estar fuera del área de interés.

El resultado de un análisis de amenaza determina:

- Estrategias: organización y establecimiento de las prioridades de las amenazas para minimizarlas mediante un manejo acertado y económico
- Éxito: Sirve para medir el éxito que puede ser:
  - éxito biológico (salud de los sistemas)
  - éxito de al actividad de conservación (acciones y proyectos con comunidades biológicas)
  - éxito de la capacidad institucional (organización, agencias, financiamiento)

Otro paso es la categorización de las amenazas. Para ello se aplica una escala de puntuación de cuatro puntos como máximo que se utiliza para evaluar diferentes aspectos (recuadro 1) con el fin de da prioridad y atender las amenazas:

CATEGORÍA	PUNTOS
Muy alto	4
Alto	2
Medio	1
Bajo	½

Esta metodología de The Nature Conservancy se basa en el juicio humano por ello debe aplicarse con un colectivo familiarizado con el área de interés. Para ello se ha diseñado una planilla (Recuadro 1).

- **Análisis de problemas y oportunidades**

Otra herramienta muy recomendada es el **análisis de asuntos** (*issue analysis*) que consiste en la identificación (por un grupo multidisciplinario y multisectorial) de:

- (a) los problemas y oportunidades de un área de interés,
- (b) las evidencias concretas de los problemas y oportunidades, y
- (c) las acciones necesarias para su solución o aprovechamiento según corresponda.

Este proceso se hace mediante el método participativo de “tormenta de ideas” en que los criterios se expresan libremente sin que se permita la oposición ni la discusión, que dejan para una etapa posterior cuando la primera quede agotada.

Según Sorensen *et al.* (1984) se pueden considerar cuatro tipos de asuntos:

1. Demandas sociales por los bienes y servicios producidos en la zona costera
2. Conflictos entre usuarios o sectores
3. Efecto de factores sobre el estado de los sistemas naturales (erosión costera, contaminación, huracanes, crecidas de ríos, etc.)
4. Oportunidades de desarrollo o necesidades de planeamiento

---

Luego se procede a (d) la selección y ordenamiento (por su importancia) de las acciones de mayor prioridad de acuerdo a su factibilidad de ejecución más inmediata y su efectividad a menor costo. Este borrador de lista se circula entre los sectores interesados, dependencias del gobierno, y otros para su perfeccionamiento y expansión. Después el documento se convierte en la base para una mayor circulación para una circulación pública para su revisión y discusión (PNUMA, 1996).

Para el establecimiento de un orden de prioridades PNUMA (1996) recomienda estimar:

- Los costos cuantificables y no cuantificables que surgen del asunto
- La distribución de los costos entre los sectores de la sociedad
- El tiempo y presupuesto requerido para resolver el asunto
- Si el asunto puede ser resuelto en un tiempo relativamente corto

El conjunto de asuntos derivado de ese análisis se usa para dar forma a la visión de un plan estratégico de manejo integrado, definir la información necesaria, y ayudar a establecer los límites internos y externos del programa. También sirven como herramienta de evaluación del programa.

## Recuadro 1

**ANÁLISIS DE AMENAZAS**  
(Según The Nature Conservancy, Quito, 1995)

1. Amenaza: \_\_\_\_\_
- Sistemas o elementos ecológicos afectados:
1. \_\_\_\_\_
  2. \_\_\_\_\_
  3. \_\_\_\_\_
2. Impactos:
1. \_\_\_\_\_
  2. \_\_\_\_\_
  3. \_\_\_\_\_
  4. \_\_\_\_\_
3. Rigor (muy alto = 4 puntos, alto = 2 puntos, medio = 1 punto, bajo = 0,5 punto):  
Puntaje: \_\_\_\_\_
- La amenaza es más seria si la información disponible demuestra que:
- El grado del impacto es muy perjudicial al elemento del ecosistema
  - Es probable que la duración del impacto es de largo plazo
  - El alcance del impacto no es local sino amplio
1. Probabilidades de impactos (muy alta, alta, media, baja) Puntaje: \_\_\_\_\_
- Muy alta si las evidencias indican que los impactos ocurrirán (4 puntos)
  - Alta si hay evidencia substancial pero no concluyente (2 puntos)
  - Media si hay consenso entre los expertos (1 punto)
  - Baja si hay poca evidencia y si hay opinión dividida entre los expertos (0,5 punto)
1. Urgencia (muy alta = 4 puntos, alta = 2 puntos, media = 1 punto, baja = 0,5 punto):  
Puntaje: \_\_\_\_\_
- La urgencia es función de:
- Si la amenaza puede ser realmente eliminada por medio de acciones
  - Si la amenaza está presente
  - Si la amenaza, ya presente, puede ser peor en el futuro
1. Factibilidad (muy alta = 4 puntos, alta = 2 puntos, media = 1 punto, baja = 0,5 punto):  
Puntaje: \_\_\_\_\_
- Es la capacidad de las entidades involucradas de enfrentar la amenaza de manera efectiva
2. Categoría de prioridad integral (promedio de los puntajes): Promedio: \_\_\_\_\_
- Acciones y/o investigaciones requeridas para enfrentar la amenaza:
1. \_\_\_\_\_
  2. \_\_\_\_\_
  3. \_\_\_\_\_
  4. \_\_\_\_\_



### **III.6. SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA EL ANALISIS AMBIENTAL. DOCUMENTACION METODOLOGICA Y FUNCIONAL**

Orlando Novúa Alvarez, MSc. María del Carmen Martínez Hernández, Dra. Carmen Mosquera Lorenzo, Jorge Angel Luis Machín y Dr. Juan Ferrari Rizzo

Este documento recorre, de lo general a lo particular, los temas del análisis ambiental y los SIG, así como la fusión de éstos dos campos y su puesta en práctica en el contexto del trabajo en la Agencia de Medio Ambiente de Cuba con una base de datos a nivel espacial nacional.

En su concepción se han tenido en cuenta los siguientes objetivos presentados como base del proyecto “El análisis ambiental mediante un Sistema de Información Geográfica” (1998 – 2000) que tienen que ver con:

- Diseñar un SIG, de manera que en la Agencia de Medio Ambiente o en cualquiera de sus Institutos o centros se pueda estructurar un sistema de software, hardware, procedimientos, organización del personal y esquemas operacionales que permitan realizar análisis ambientales mediante estas modernas técnicas.
- Dejar sentadas las estructuras que permitan el mantenimiento, actualización y operación del SIG en el futuro, permitiendo en lo adelante la inclusión de técnicas integradas a los SIG y que faciliten y perfeccionen su explotación como el uso de imágenes de teledetección para monitoreo y análisis, sistemas y programas complementarios de análisis, modelado y salida cartográfica de datos y otros.
- Presentar, como base para las aplicaciones futuras, una aplicación a escala nacional para Cuba, que posibilite su ampliación en el futuro y que brinde el estrato más general de información espacial medioambiental a partir del cual puedan irse desarrollando otras aplicaciones a escalas más detalladas.

Se presentan dos capítulos fundamentales: Base conceptual y Definición técnica.

El primero trata los conceptos que sustentan el tema del análisis ambiental, los indicadores a tener en cuenta y todo lo concerniente a los datos empleados y el trabajo con ellos en el ambiente SIG, desarrollando en la práctica la aplicación a escala nacional.

El segundo trata acerca de la concepción tomada para el SIG referente al software, hardware, procedimientos, esquemas funcionales y organización del personal y plantea, con respecto a la aplicación propuesta, las fases de implementación y sus características.

En este documento se podrá contar no con un material de rígidos conceptos y lineamientos, sino con una propuesta abierta a tono con la tecnología de punta y asequible en los distintos momentos, el nivel de conocimientos existentes y las características propias de cada aplicación en el tema tan amplio como lo es el medio ambiente.

#### **Base Conceptual.**

##### **Medio ambiente.**

El medio ambiente es un sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con los que el hombre entra en contacto, modificándolos y utilizándolos para la satisfacción de sus necesidades y a los que él mismo se adapta. Es un sistema abierto, de formación histórica,

(Bucek et al., 1983), flexible en sus límites y con expresión espacial, (Martínez et al., 1997); conformado como producto de las relaciones bilaterales entre la naturaleza, la economía y la población, y de relaciones internas dentro de la sociedad y la naturaleza.

Este sistema está integrado, por tanto, por tres subsistemas que se interrelacionan entre sí: el **natural**, el **económico** y el **social**. La aplicación del enfoque sistémico posibilita la investigación compleja del medio ambiente, indispensable para el conocimiento y la evaluación de los elementos que lo constituyen.

Este concepto propicia el marco teórico adecuado para el análisis ambiental, pues estudia y caracteriza al medio ambiente teniendo en cuenta los procesos de interrelación e intercambio que se producen entre los diferentes subsistemas.

### **Análisis ambiental.**

El análisis ambiental no es más que el estudio mediante el cual se evalúan científicamente los diferentes elementos del sistema del medio ambiente y sus interrelaciones, para conocer su estado de afectación y conservación y poder utilizarlo de forma adecuada. Se entiende por estado del medio ambiente la situación en que se encuentra éste en un lugar y momento dados como resultado de la actividad productiva o extraproductiva de la sociedad sobre el mismo.

El análisis ambiental es un diagnóstico del estado del medio, necesario como paso previo en la elaboración de planes de ordenación y manejo de los territorios, en estudios de impacto, en auditorías ambientales, y otras cuestiones referentes a gestión ambiental.

- **Elementos del medio ambiente. Indicadores.**

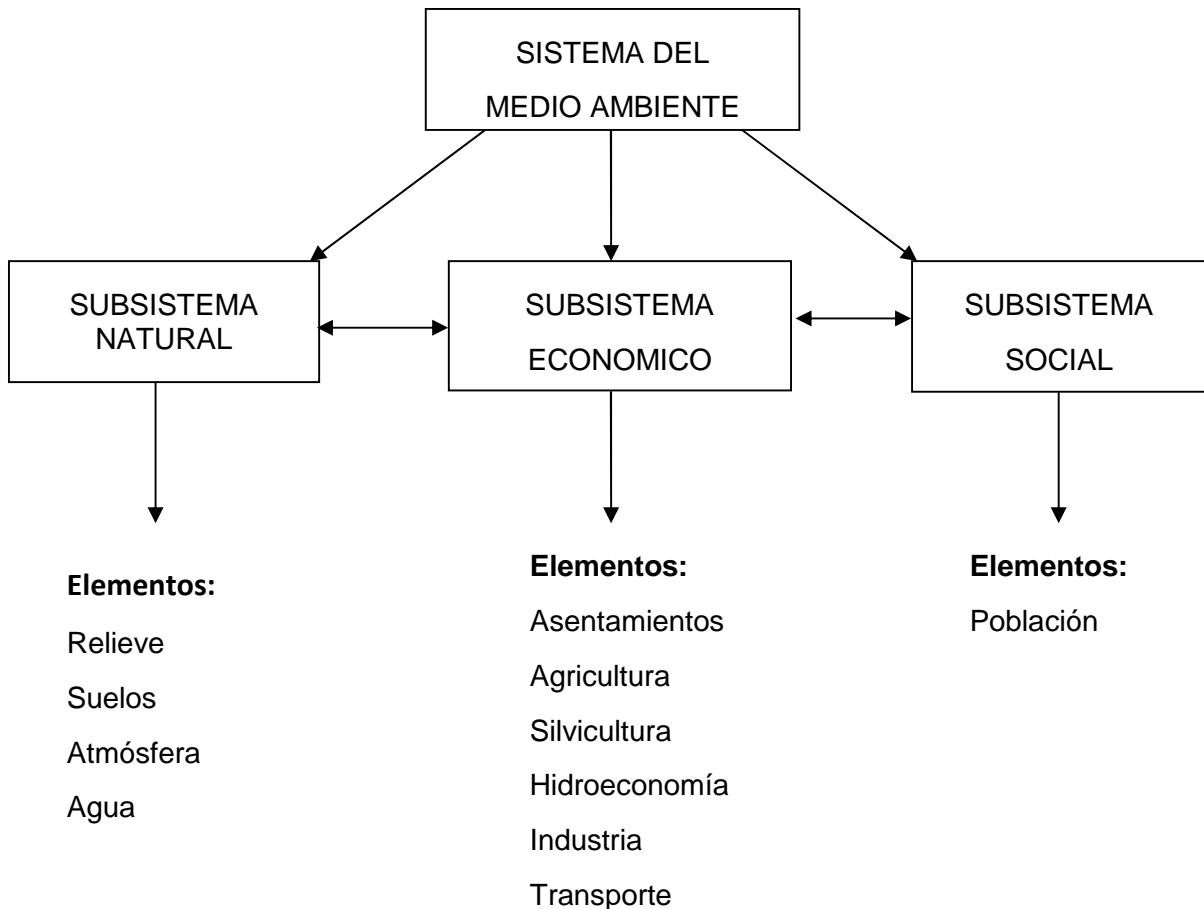
Las partes del sistema del medio ambiente que lo integran constituyen los **elementos**; considerándose elementos del medio ambiente el relieve, los suelos, la atmósfera, el agua, la biota, los asentamientos, la agricultura, la silvicultura, la hidroeconomía, la industria, el transporte, la recreación y la población. Ellos son en realidad, los componentes de los tres subsistemas antes mencionados (Figura I.1).

Una cuestión fundamental en el análisis ambiental es la identificación de los elementos que deben ser tomados en cuenta en el medio ambiente, definir los indicadores que los representarán, así como los índices que los cuantifiquen.

En términos generales se denomina indicador a una observación empírica que sintetiza aspectos de un fenómeno, que resulten importantes para uno o más propósitos analíticos y prácticos.

Si bien el término indicador puede aludir a cualquier característica observable de un fenómeno, suele aplicarse a aquéllas que son susceptibles de expresión numérica. Los indicadores pueden ser expresados en los términos absolutos.

Figura I.1 Sistema del Medio Ambiente.



Los indicadores ambientales son pues un sistema de parámetros que reflejan las características cualitativas de los impactos, cambios y consecuencias, así como su distribución y magnitud. Deben reflejar además, la dinámica, la durabilidad, la velocidad y las tendencias del desarrollo, (NC 93-00-004:88).

Estos indicadores varían según el objetivo, las condiciones o el problema que se esté analizando. Una relación de los mismos puede consultarse en la Norma Cubana a que se hace referencia en el párrafo anterior.

Durante el coloquio celebrado en 1995 en Santiago de Chile, sobre *Información e indicadores de medio ambiente para los países de América Latina y el Caribe*, se llegó a un acuerdo, entre los países asistentes, acerca de una lista preliminar de temas prioritarios para el desarrollo futuro de indicadores ambientales a nivel regional, reunidos en 5 grupos, que serían enriquecidos con posterioridad.

Esta lista preliminar, que se relaciona a continuación, deberá ser confirmada por los países y los datos aparecerán luego en los anuarios.

#### 1. Recursos naturales : balances físicos

- 
- Recursos hídricos. Agua
  - Suelos. Desertificación, acidificación, salinización, pérdida de suelos
  - Ecosistemas. Recursos forestales, deforestación, extinción de especies.
  - 2. Impacto ambiental
    - Energía. Consumo
    - Industrias en general
    - Agroindustrias
    - Agropecuario
    - Comercio internacional. Exportación de recursos naturales
    - Turismo
  - 3. Calidad de los elementos
    - Contaminación de aguas. Tipo de contaminantes, fuentes, cuerpos de agua
    - Contaminación atmosférica. Urbana. Tipo de emisiones
  - 4. Factores socio ambientales
    - Población y asentamientos humanos
    - Contaminación atmosférica urbana
    - Residuos sólidos domiciliarios
  - 5. Política ambiental
    - Educación ambiental
    - Legislación

- **Los sistemas de información geográfica (SIG).**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han definido esencialmente como sistemas de hardware, software y procedimientos, diseñados para soportar la captura, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos georreferenciados.

Los SIG permiten la ubicación espacial de los datos que manejan; constituyen sistemas normales de reclamación de datos; permiten tener información organizada, integrada actualizada e instantánea; permiten representar gráficamente los problemas analizados y crear modelos complejos.

Estos sistemas han alcanzado algunos logros que hacen de ellos una potente herramienta y, más aún, una creciente tecnología para todos aquellos sectores que requieren el manejo de información espacial de manera rápida y eficaz. Cuando se dispone de una base de datos suficientemente amplia son una potente herramienta para la planificación.

Relacionado con los distintos grupos de tareas que se ejecutan como parte del funcionamiento general de los SIG se pueden distinguir distintos subsistemas o campos específicos de trabajo

que son: Adquisición de datos, Entrada, Manejo, Análisis y Salida. En éste documento se plantea el diseño del trabajo en cada uno de estos subsistemas.

- **Aplicación a escala nacional para Cuba.**

El diseño, ejecución y puesta en marcha del SIG para el análisis ambiental con su primera aplicación a escala nacional para Cuba se realiza a solicitud de la Agencia de Medio Ambiente con el propósito de disponer de información ambiental automatizada espacial a la que pudiera accederse rápidamente para su análisis, ya que los SIGs han demostrado ser herramientas útiles para el análisis ambiental, facilitando al usuario ubicarse rápidamente en cualquier parte del territorio nacional y conocer los principales datos de implicación ambiental de ese espacio y analizar situaciones a partir de la base de datos disponible.

Una aplicación a escala nacional para Cuba que posibilite su ampliación en el futuro servirá de base para las aplicaciones futuras, y brindará el estrato más general de información espacial medioambiental a partir del cual puedan irse desarrollando otras aplicaciones a escalas más detalladas.

Con una base de datos a escala nacional se puede asociar información ambiental de diversa índole, extraída básicamente del Nuevo Atlas Nacional de Cuba, como fuente temática principal a esa escala, en dependencia de los problemas que se deseen analizar, de manera que se disponga de información rápida de criterios que contribuyan a la toma de decisiones en la solución de diferentes tareas a ese nivel.

Los límites de la utilidad de este SIG están definidos por la cantidad y calidad de la información geográfica de que se disponga, la que puede ampliarse y actualizarse cuando se desee; de la base de datos asociada y de la necesidad de los usuarios. Este último debe considerar las posibilidades reales del SIG que se elabore.

- **Adquisición de los datos e informaciones necesarias.**

Para que el SIG se ajuste a la realidad requerida es necesario no sólo que desde el principio cuente con un ambiente organizativo adecuado, sino que el método de adquisición de la información sea el más riguroso posible para lograr buena calidad en los resultados.

La **adquisición** es el procedimiento que permite obtener los datos con que trabajará el sistema. Para el caso de la aplicación planteada anteriormente los datos provienen principalmente de dos fuentes:

- a) Los documentos que ya se encuentran en el Instituto de Geografía Tropical, institución que dirige y ejecuta la aplicación (el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, que será la fuente fundamental).
- b) Los documentos que existen fuera de la institución y que deben ser adquiridos por el usuario, en este caso la Agencia de Medio Ambiente.

Para el caso de la base de datos a escala nacional para Cuba, la información recogida es la que aparece en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba (NANC), directamente de sus mapas y sus expedientes, donde están recogidos los datos y sus fuentes. El diseño del SIG permitirá, a medida que le sea necesario al usuario, ir actualizando la información original mediante los procedimientos anteriormente mencionados.

En este caso la información será adquirida , por lo tanto, de forma gratuita, en cualquiera de sus variantes.

La información seleccionada se expresa en la Tabla I.1.

Tabla I.1: Información del NANC, seleccionada para integrar la base de datos a escala nacional para Cuba.

<b>Sección del Atlas</b>	<b>Mapa</b>	<b>Temas</b>
Mapas generales y de referencia	División político administrativa	División político administrativa
Geología	Geología	Fallas reales
		Litología
Relieve	Hipsometría	Hipsometría
	Tipos de relieve	Tipos de relieve
	Evaluación del relieve para la agricultura	Evaluación del relieve para la agricultura
	Aptitud del relieve para la urbanización	Aptitud del relieve para la urbanización
	Tipos de costas	Tipos de costas
Carso	Carso	Tipos de Carso. Formas cársticas.
Suelos	Suelos	Agrupamientos de los suelos
	Erosión actual	Erosión actual
	Salinidad	Salinidad
	Agroproductividad	Agroproductividad
Clima	Temperatura media anual del aire	Temperatura media anual del aire
	Precipitación media anual (1964-83)	Precipitación media anual (1964-83)
	Dirección y fuerza de los vientos	Dirección y fuerza de los vientos
	Insolación media anual	Insolación media anual
	Condiciones climáticas anuales para la vida de la población	Condiciones climáticas anuales para la vida de la población
	Regionalización climática general	Regionalización climática general
Flora y Vegetación	Vegetación actual	Tipos de vegetación
	Vegetación potencial	Vegetación potencial
	Áreas de alto endemismo y algunas de sus causas	Áreas de alto endemismo y algunas de sus causas
El Mar	Amplitud y carácter de la marea. Estaciones mareográficas	Amplitud y carácter de la marea. Estaciones mareográficas
	Arrecifes coralinos	Arrecifes coralinos
	Categorización de los paisajes para la conservación	Categorización de los paisajes para la conservación
Paisajes	Categorización de los paisajes para la conservación	Categorización de los paisajes para la conservación
Población y asentamientos	Distribución de la población	Distribución de la población
Infraestructura social	Aguas medicinales	Aguas medicinales
Recursos naturales	Recursos pesqueros marinos	Recursos pesqueros marinos
	Evaluación cualitativa de la tierra para uso agropecuario	Evaluación cualitativa de la tierra para uso agropecuario
Agricultura, Ganadería y	Uso de la tierra	Uso de la tierra

Silvicultura		
Economía azucarera	Industria azucarera	Centrales azucareros. Puertos de embarque
Industria	Industria electroenergética	Tipos de centrales electroenergéticas
Transporte y Comunicaciones	Transporte	Sistema de transporte de uso general. Tipos
Medio Ambiente	Medio ambiente	Unidades Ambientales

La mayor parte de la información está en mapas de escala 1:1 000 000, y se ha tratado de que la que se encuentra en una escala inferior sea puntual y sólo, en algunos casos, como isolíneas.

- **Características de los datos.**

Los datos son proposiciones empíricas particulares que se refieren a experiencias efectuadas, que se acumulan para ser utilizados como evidencias una vez interpretados con ayuda de alguna teoría (Bunge, 1972). Los datos que la ciencia utiliza son los que se refieren a hechos objetivos y en el caso específico de la geografía, históricamente han estado relacionados con la descripción de los espacios estudiados.

Puede decirse entonces que los datos geográficos son entidades espacio-temporales que describen o cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos naturales y sociales. Por regla general, los datos geográficos se expresan gráficamente en mapas, y se representan por signos convencionales especiales denominados signos cartográficos.

Este elemento, el dato espacial, es el que diferencia a los SIG de otras bases de datos especiales, representando el centro en torno al cual giran todas las posibles aplicaciones de los SIG, así, tenemos que el dato espacial contiene en su acepción más elemental, características de localización (X,Y) y tipo de característica temática (Z), en las cuales se asienta la base de todas las operaciones posibles a llevar a cabo en un SIG ((Barredo, 1996).

La abundancia de información generada como resultado de los adelantos científico-técnicos y las relaciones económicas hombre-espacio aconsejan el empleo, y en la geografía se va haciendo imprescindible, de la tecnología informática para la manipulación de los datos utilizando las técnicas de análisis y clasificación que requieren alta velocidad de cálculo y precisión.

Los SIG son diseñados, por lo tanto, en especial para tratar simultáneamente con datos espaciales e información descriptiva de datos no gráficos (información estadística) referida a dichos datos espaciales. En un SIG las entidades (datos) se describen por sus atributos temáticos, por su localización geográfica y su configuración espacial.

Las bases de datos de un SIG se pueden considerar como su espina dorsal y de su estructura y representatividad dependerá la validez del resultado final (producto cartográfico). Así, de la calidad de los datos introducidos dependerá la calidad de los resultados del SIG.

Los datos son el elemento fundamental en los SIG ya que sobre ellos se realizan todas las operaciones posibles, además de requerir un mayor esfuerzo para su implementación. Se ha calculado (Barredo, 1996) que obtener un conjunto de datos operativos para un SIG, abarca alrededor de un 70% del costo total de un proyecto.

En la Tabla I.2 se presenta la propuesta de adquisición de información y su actualización, tomada de los mapas del NANC.

**Tabla I.2 Relación de mapas adquiridos por el SIG para el análisis ambiental, su clasificación según su dinámica y propuesta de actualización en años.**

Mapa	Clasificación de los datos según su dinámica	Periodicidad de actualización del mapa (años)
División político administrativa	-	Según cambie
Geología	MB	RL 15
Hipsometría	M-B	10 -15
Evaluación del relieve para la agricultura	M-B	10-15
Tipos de costas	M-B	10-15
Carso	M-B	10-15
Temperatura media anual del aire	B-MB	>20
Precipitación media anual (1964-83)	B-MB	>20
Insolación media anual	B-MB	>20
Condiciones climáticas anuales para la vida de la población	B	20
Regionalización climática general	B-MB	>20
Amplitud y carácter de la marea. Estaciones mareográficas	MB	10-15
Arrecifes coralinos	B-MB	>20
Suelos	M	10
Erosión actual	A-M	5
Salinidad	A-M	5
Agroproductividad	A-M	5
Vegetación actual	A-M	5
Vegetación potencial	A-M	5
Áreas de alto endemismo y algunas de sus causas	A-M	5
Categorización de los paisajes para la conservación	M	10
Distribución de la población	A-M	5
Aguas medicinales	A	3
Recursos pesqueros marinos	M-B	10-15
Evaluación cualitativa de la tierra para uso agropecuario	M	10
Uso de la tierra	M	10
Industria azucarera	A-M	5
Industria electroenergética	A	3
Transporte	M	10
Medio ambiente	M	10

Aunque el NANC fue publicado en 1989 y alguna de la información seleccionada pudiera estar ya dentro de la etapa de actualización propuesta, ha sido introducida en principio, mientras el usuario no tenga la posibilidad de adquirir información actualizada, si existiera.

Definición técnica.



En la definición técnica del Sistema de Información Geográfica para el análisis ambiental también se han tenido en cuenta los objetivos presentados como base del proyecto “El análisis ambiental mediante un Sistema de Información Geográfica” (1998 – 2000), mencionados en la Introducción del presente Diseño.

En las bases del proyecto mencionado también se relacionan las siguientes ideas que se consideran ahora:

- El SIG es diseñado para su uso en la Agencia de Medio Ambiente, por tanto los usuarios principales de la información son las instituciones y centros que conforman la Agencia.
- Los portadores de la información son, en buena medida, los centros pertenecientes a la Agencia, aunque muchos datos necesariamente son aportados por otros organismos.
- El futuro funcionamiento general del SIG y sus nuevas aplicaciones podrían enmarcarse dentro de nuevos proyectos contratando el mismo personal que ha realizado su primera aplicación u otro personal, de cualquier centro, adiestrado en las técnicas tratadas en el diseño. En este último caso puede contratarse parte de este personal primario para la impartición de cursos de entrenamientos.

Por otra parte se plantea una vinculación estrecha con el proyecto " Teoría y métodos para el análisis ambiental", que se realiza por parte del Departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía Tropical, pues de él se esperan resultados teórico-metodológicos de los que se va a retroalimentar este SIG.

Con estas premisas se plantea un diseño para este SIG cuya esencia esta en conformar, con una definición abierta para los softwares empleados, una estructura y composición del personal que realice las aplicaciones, así como los esquemas funcionales para el trabajo, con un hardware básico y flexible, de forma tal que permitan llevar a cabo aplicaciones de diverso tipo como lo requiere el tema del medio ambiente donde, los tipos de datos a analizar, las escalas, las regiones geográficas a tener en cuenta, los temas tratados y la manera de abordarlos, van a ser tan disímiles.

En este diseño se describe como software básico a MapInfo cuyas funciones se insertan totalmente en los esquemas funcionales generales señalados . MapInfo se propone como software básico para la ejecución de la primera aplicación concebida.

El concepto de Geoprocesamiento está implícito en cada uno de los pasos descritos a continuación. El esquema funcional que se propone permite el uso flexible de distintos softwares para la solución de las tareas de entrada, análisis o salida de los datos, siendo esencial el intercambio de formatos de almacenamiento de los mismos.

### **1. Características generales del SIG.**

El SIG consta de:

- Capacidad para manejar bases de datos espaciales y de atributos heterogéneas.
- Capacidad para hacer preguntas a la base de datos sobre la existencia, localización y propiedades de los datos espaciales.
- Eficiencia en el manejo de las preguntas (debe ser interactivo).

- Flexibilidad y adaptabilidad. Poder ser usado por varios usuarios que tengan diferentes necesidades y en una gama amplia de aplicaciones.

Es un sistema de tipo modular, definidos los módulos como subsistemas con interconexiones normalizadas y compatibles que funcionan armónicamente como un todo. Los módulos encargados de resolver distintas tareas dentro del sistema están integrados en una misma máquina.

Se utiliza un software básico de orientación general para las aplicaciones de tipo general como el caso de la aplicación a escala nacional para Cuba. Esto no quita la posibilidad de elección de un software especializado en determinada aplicación.

El SIG maneja información integrada (datos de la naturaleza, socioeconómicos y de población). Los datos pueden hallarse dentro del SIG como datos espaciales y de atributos, agrupados por capas temáticas para un espacio geográfico determinado a una misma escala.

El SIG realiza análisis complejos, que incluyen la sobreposición de capas, así como modelos demostrativos, de factibilidad, predictivos, de simulación, de optimización y de influencia.

La geocodificación (identificador espacial a los fenómenos espaciales) quedará establecida por el grupo de modelación cartográfica (descrito más adelante), una vez definidos y adquiridos los datos específicos de las aplicaciones por parte del grupo temático (ver esquema funcional).

Las entidades espaciales de los mapas quedan georreferenciadas según el sistema de coordenadas geográficas.

Las informaciones serán utilizadas en la investigación y como inventarios.

Debe contarse con la información necesaria y ya existente en formato digital, haciendo uso de las opciones de importación y exportación de datos en diferentes formatos.

Para la ejecución de las aplicaciones en el sistema se proponen 4 grupos o subsistemas de trabajo que se interrelacionan. La cantidad de personas que integran los grupos puede variar. A veces con una persona en cada grupo se puede llevar a cabo una aplicación sencilla. Estos son:

- **Grupo temático:** Está compuesto por especialistas en la temática que aborda la aplicación. Es el encargado del diseño temático de la aplicación donde tiene gran importancia la definición de los datos y las metodologías a emplear (análisis ) para dar solución a los problemas planteados. Se ocupa de la adquisición de los datos necesarios y de poner éstos en manos del grupo de modelación cartográfica, con todas las especificaciones que se requieren según el caso. Participa en los análisis y en la elaboración de las salidas. Participa también en los controles a la entrada y salida de los datos e informaciones para su evaluación, según el esquema funcional.
- **Grupo de modelación cartográfica:** Su diferenciación del grupo temático es justificada en dependencia de la complejidad de la aplicación y del grado de especialización que se tenga en la temática a tratar y en la modelación cartográfica de cualquier proceso mediante los SIG. Cuando la aplicación es compleja y se requiere de centrar bien la atención, por una parte, en las cuestiones teóricas y metodológicas y, por otra, en la modelación multivariada de procesos, es ventajoso especializar los dos grupos y actuar en estrecha interrelación.

Este grupo se compone de especialistas en SIG y en cartografía fundamentalmente, con amplia visión geográfica. Realiza la modelación cartográfica de los procesos descritos por el grupo temático para la solución de los problemas planteados siguiendo los pasos descritos en la figura II.4. Participa en los análisis y en la elaboración de las salidas. Participa también en los controles a la entrada y salida de los datos e informaciones para su evaluación, según el esquema funcional.

- **Grupo técnico:** Se compone de técnicos bien entrenados, especializados en la entrada de datos. Este grupo tiene la responsabilidad de la introducción de las entidades espaciales de los mapas y de sus atributos con la condición de tener una probabilidad muy baja de errores. Su trabajo incluye la edición y corrección de las bases de datos, teniendo en cuenta los controles efectuados a los datos almacenados.
- **Grupo de bases de datos y mantenimiento digital:** Se compone de especialistas en computación y en bases de datos, que garanticen la disposición para el trabajo de todos los componentes del hardware y del software. Se encarga del funcionamiento óptimo de los equipos; la compatibilidad en el trabajo entre los diferentes programas y sistemas utilizados y los equipos; el funcionamiento y mantenimiento de las bases de datos; el mantenimiento del resguardo de las bases de datos y las necesidades de insumos para los equipos.

Estos grupos o subsistemas trabajan en base a las indicaciones del **Grupo de manejo** del sistema, que está compuesto por las personas que tengan a su cargo las direcciones de las aplicaciones que se hagan.

Según el esquema funcional las tareas a realizar fluyen de la siguiente forma:

Las aplicaciones orientadas por el grupo de manejo son analizadas en primera instancia por el grupo temático, quien establece los recursos teóricos y metodológicos necesarios para darle respuesta al problema de la aplicación. El grupo de modelación cartográfica realiza la transferencia de los planteamientos de los temáticos al lenguaje cartográfico de los SIG para lo cual demanda de los temáticos los datos necesarios con los requerimientos, según la modelación concebida. Los datos se adquieren y son convertidos a formato digital, copiados o transformados de formatos de otros sistemas. En la entrada de los datos juega un importante papel el trabajo laborioso del grupo técnico. En el caso de copia y transferencia de datos el papel importante lo juega el grupo de bases de datos y mantenimiento digital.

Los datos quedan establecidos en el formato digital que exige el software básico de SIG que va a ser empleado. El software básico de SIG que pudiera emplearse para las aplicaciones queda abierto según las características de la aplicación a realizar, los softwares con que se cuente en cada momento y el nivel de conocimiento de los grupos que participan en la aplicación. Definitivamente el intercambio de datos entre los distintos softwares mediante la transformación de formatos resuelve la concepción abierta que puede tener la elección del software básico. Igualmente sucede para los softwares complementarios que se utilicen durante la entrada, análisis y salida de los datos. En la aplicación propuesta para la base de datos nacional se emplea el software MapInfo, descrito como software base, con todas sus funciones, en este diseño.

Los datos entrados se someten entonces a un control por parte del grupo temático y el grupo de modelación cartográfica. Si la evaluación no es satisfactoria en algún caso se pasa a la

corrección de los datos por parte del grupo técnico. Si la evaluación es satisfactoria los datos pasan a formar parte de la base de datos y quedan disponibles para su extracción y análisis.

En la extracción, el análisis y la salida de los datos actúan tanto el grupo temático como el de modelación cartográfica, cada uno perfilando el trabajo desde su óptica. Aquí se construyen modelos digitales óptimos que den respuesta al problema de la aplicación y se elaboran salidas cartográficas que cumplan con todos los requerimientos de la transmisión lógica de la información, que posibilite que al usuario final, receptor de las salidas, llegue todo el universo de información de respuesta a un problema que la cartografía permite ofrecer.

Las salidas también son controladas y evaluadas. Para este paso se utilizan siempre, además de sus propios ejecutores, otras personas cuyo conocimiento del problema o su interés hagan dar su evaluación del producto. Los mismos usuarios pueden dar opiniones valiosas acerca de una versión preliminar del resultado que se les va a entregar.

Los señalamientos hechos irán a parar a las fases de análisis o salida, según corresponda y cuando se obtenga una evaluación satisfactoria el producto de la aplicación estará en condiciones de entregarse al usuario.

Las bases de datos del SIG podrían ser manejadas por múltiples usuarios en múltiples puestos de trabajo. Cada puesto de trabajo establecerá sus regulaciones para la protección y mantenimiento de los datos.

El sistema puede operar de forma descentralizada en sus diferentes puestos de trabajo. Las nuevas capas generadas como producto de nuevas entradas y análisis en alguno de los puestos pueden ser usadas por los otros puestos. El conocimiento de estas nuevas capas y de las aplicaciones entre los distintos puestos, a falta de un intercambio en forma digital, puede producirse mediante su control en el modelo que presenta la figura II.1, el cual puede recopilar el grupo de manejo en el momento necesario. Este control lo mantiene actualizado el grupo de bases de datos y mantenimiento digital.

Pasos a seguir para el desarrollo de un modelo cartográfico:

1. Definir los objetivos específicos del modelo.
  - Propósitos
  - Resultados esperados (salidas digitales)
2. Seleccionar los datos requeridos.
3. Definir criterios, reglas, decisiones, ponderaciones y los procedimientos analíticos.
4. Aplicarlos en forma de diagrama de flujo e implementarlos.
5. Evaluar los resultados (Evaluar si se cumplieron los objetivos).
6. Revisar el modelo.
7. Repetir el proceso donde se requiera.
8. Salida para el usuario.

Figura II.1 Modelo para la obtención de información sobre bases de datos digitales.

---

**MODELO PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE BASES DE DATOS DIGITALES**

Nombre de la base (con la extensión):

Base de datos Espaciales o Geográficos:                      Estructura Raster:                      Vectorial:

Alfanuméricos o de Atributos:

Descripción:

Objetivo para el cual fue creada:

Fuente de la digitalización:

Escala de la fuente:

Otras escalas en formato digital:

Sistema de coordenadas / Proyección:

Entrada con scanner:                      tableta digitalizadora:

En el caso de entrada con scanner, describir el proceso de entrada hasta la obtención del formato actual de la base de datos especificando software y formatos de la digitalización:

En el caso de tableta digitalizadora : Software / Formato con el que se digitalizó:

Otros formatos en que está almacenada:

Accesibilidad:

Relación de Capas de dibujo / Campos de atributo:

Nombre	Descripción	Tipo ( Areal, Lineal, Puntual)
--------	-------------	--------------------------------

Localización:

Contactar Nombre:

Realizado por:

---

Después que han quedado bien definidos los datos involucrados en la aplicación se pasa a la entrada de los mismos a las bases de datos.

#### **4.1 Esquema tecnológico de la entrada de datos.**

El esquema tecnológico de la entrada de datos se describe a continuación:

Si estos datos se encuentran en formato digital, entonces hay que ocuparse de que sean interpretados por el software en que se manejarán, se analizarán y se desplegarán. Hay que dominar los tipos de formatos en que trabaja este software y las vías de transferencia de los formatos fuentes de los datos, en caso de que sean diferentes, a estos formatos.

Si los datos está en formato analógico, entonces es necesario digitalizarlos de algún modo. Los datos de atributo pueden ser entrados a través del teclado. Los datos espaciales pueden digitalizarse de forma masiva o manual, entidad por entidad.

Una forma de digitalización masiva es mediante un barredor o scanner que almacena los mapas compuestos por las entidades espaciales en forma de imágenes, cuyo elemento discreto esencial es el pixel. Los scanners son manejados a través de softwares que permiten la selección de los parámetros del barrido entre ellos la resolución, el tamaño, el brillo, el contraste y otros.

Una vez hecha la transformación de los datos espaciales de un formato analógico a uno digital puede pasarse a la limpieza de la imagen digital obtenida mediante softwares de procesamiento digital de imágenes. Entre estos podrían citarse paquetes como el Aldus Photo Styler, Corel Photo Paint, Adobe Photo Shop, etc. Durante la limpieza la imagen queda libre de toda una serie de "impurezas" que pueden surgir durante el barrido. Por ejemplo una mancha o polvo en el mapa analógico puede generar durante el barrido pixeles diferenciadores que no tienen que ver con el contenido de interés a digitalizar.

La imagen limpia puede pasar al proceso de vectorización donde las líneas puntos y áreas, compuestas por un conjunto de pixeles pasaran a ser declaradas como: vectores, conformados por una serie de vértices con coordenadas de localización unidos por segmentos de rectas; vectores, conformados por una serie de vértices con coordenadas de localización unidos por segmentos de rectas, con coordenadas de inicio y fin iguales, constituyendo entidades cerradas; y puntos vértices con coordenadas de localización, respectivamente.

La vectorización de las entidades espaciales de la imagen puede realizarse de manera automática, semiautomática o manual. La primera implica que el proceso descrito anteriormente se realice de forma totalmente automatizada por un software. Para este fin pudieran emplearse sistemas como Corel Trace, Acad Tracer, Telemap Vect, etc. En la segunda, el software requiere de la asistencia del operario para la indicación de ciertas decisiones, por ejemplo la indicación de la continuidad de la vectorización de una línea después de la presencia de un cruce. Este tipo de vectorización generalmente lo concideran los mismos sistemas que manejan la forma automática. En la tercera variante el operario de un software tipo CAD, genera los vectores sobre la imagen colocada de fondo, de forma análoga a como un operario digitaliza un mapa analógico sobre una tableta. Autocad en su versión R14, Corel Draw, Telemap CAD y MapInfo son ejemplos de softwares que incluyen esta opción de vectorización.

El mapa vectorial obtenido es entonces corregido en el ambiente CAD que se trabaje. Las correcciones tienen que ver con la edición de los elementos gráficos y el empleo de las opciones de copiar, eliminar, agregar y en general transformar o producir cambios en ellas según los casos.

A continuación se pasa a la georreferenciación del mapa vectorial, que es el proceso mediante el cual las entidades del mapa adquieren coordenadas que las ubican sobre la superficie

terrestre. Este proceso se lleva a cabo dentro de los softwares básicos de SIG o mediante programas complementarios antes de ser introducidos los mapas a estos. Por ejemplo, el módulo DXF Manager de la familia Telemap puede realizar este proceso.

A partir de ese momento el mapa puede pasar a formar parte de la base de datos manejada por el software para SIG que se emplee.

La forma de digitalización manual, entidad por entidad, mediante una tableta digitalizadora puede realizarse empleando softwares tipo CAD o módulos de digitalización vectorial de algunos SIG. Con la primera variante pueden considerarse las entidades geográficas en el CAD como puntos y polilíneas abiertas y cerradas para el caso de los puntos, líneas y áreas, respectivamente y después de su exportación al SIG se realiza la transformación a puntos, líneas y polígonos. Con la segunda variante pueden considerarse desde un inicio como puntos, líneas y polígonos porque quedarían digitalizadas directamente formando parte de la base de datos manejada por el SIG.

Para esta forma de digitalización mediante tableta se puede hacer referencia al uso del sistema AutoCAD y el sistema MapInfo, según el caso. Después de la digitalización se recomienda el proceso de corrección de las entidades espaciales digitalizadas antes de su establecimiento en las bases de datos.

La finalidad de la entrada de los datos espaciales es su almacenamiento en la base de datos espaciales manejada por el software básico de SIG empleado. Para los datos de atributo pueden emplearse las bases de datos de atributos disponibles en los paquetes de SIG o softwares específicos de bases de datos. Hay que evaluar para cada aplicación los requerimientos de datos de atributos y su procesamiento. En ocasiones es necesario abordar el almacenamiento y manejo de estos datos en softwares manejadores de bases de datos relacionales complejas, lo que amplía y optimiza el uso que se les puede dar. En estos casos los especialistas en bases de datos diseñarían las bases complejas y la forma de interacción entre las funciones de análisis y salida del SIG y las de manejo y recuperación de datos con los manejadores de bases de datos.

MapInfo posee un manejador interno de bases de datos de atributos que permite que las aplicaciones se desarrollen en un contexto interno y único que simplifica el trabajo. Pero, al igual que con el software básico de SIG, queda abierta la decisión del uso de manejadores como Access, Oracle u otros.

---

**LAS TECNOLOGÍAS DE AVANZADA: NUEVO PARADIGMA DE LOS ESTUDIOS GEOGRÁFICOS Y MEDIOAMBIENTALES**

***Dr. Ricardo Alvarez Portal***

**¿Escenarios del desarrollo económico = escenarios del deterioro ambiental?**

La problemática medioambiental en la actualidad es realmente compleja. Ella es el resultado de la falta de visión de la interrelación que existe entre naturaleza y sociedad al realizar el manejo de los recursos naturales y desarrollar las actividades económicas. Así, un paso decisivo en la lucha por preservar el entorno, es conocerlo mejor y tomar una conciencia clara de cuáles son estos recursos naturales, dónde se ubican, en qué estado se encuentran y cómo explotarlos racionalmente.

El medio natural es la fuente de origen de la vida del hombre y la producción social; mantenerlo en un estado ecológicamente óptimo, es una condición imprescindible y vital para la existencia futura de la humanidad en el Planeta. No obstante, la actividad cada vez más creciente de la sociedad sobre el entorno natural, sustentada por el avance tecnológico actual que exige el desarrollo socioeconómico, recae peligrosamente sobre los recursos de la envoltura geográfica a nivel global, originando cambios climáticos inusuales, así como la deforestación, la erosión y degradación de los suelos, alteración del ciclo hidrológico a nivel planetario y de los ecosistemas en general, y otros fenómenos provocados por diversos factores atribuidos o no a la actividad antropogénica, cuya caracterización es una tarea de suma importancia y de gran complejidad científica.

El Mar Caribe es el puente natural que separa y une a distintos países de la región. El espacio litoral de éstos se caracteriza por su complejidad geográfica y fragilidad ecológica, a la vez que es objeto de presiones antrópicas que soporta como territorio de elevadas potencialidades económicas, por el que compite un elevado número de actividades de carácter socioeconómico. Es conocido, por ejemplo, el esfuerzo que realizan los países del área para asimilar y explotar en interés del incremento de la industria del turismo las distintas zonas costeras que son adecuadas para ello, donde se ejecutan fuertes inversiones. Para lograr de forma racional y eficiente el desarrollo sostenible de éstas, es necesario mantenerlas ecológicamente limpias, para lo cual se requiere de una estrecha vigilancia de las mismas mediante un monitoreo medioambiental sistemático. Sin embargo, no resulta fácil ni económica la tarea de la vigilancia del entorno y el control de la polución de estos extensos parajes que en ocasiones son de difícil acceso.

Por ejemplo, el archipiélago cubano es un territorio que se caracteriza por la compleja configuración de sus costas y de las zonas de la cayería. La plataforma marina cubana, con una superficie mayor de 70 000 km<sup>2</sup>, y sus costas, que se extienden a lo largo de más de 6 000 km lineales, poseen innumerables recursos naturales de gran significado para el desarrollo económico y social del país. Por otra parte, como país tropical, los geosistemas costeros cubanos tienen un elevado valor para la comunidad científica internacional que estudia e investiga el estado de conservación y deterioro de los ecosistemas correspondientes (manglares, playas, arrecifes coralinos y otros).

Lo cierto es que los escenarios litorales han soportado un desarrollo socioeconómico que los ha afectado y los seguirá afectando, deteriorando sus ecosistemas más importantes.



---

Las tecnologías de avanzada: herramientas para elevar el conocimiento del entorno natural en la ayuda para un mejor manejo y gestión del entorno.

El desarrollo a escala mundial alcanzado por las técnicas y métodos de avanzada como la Percepción Remota (**PR**), los Sistemas de Posicionamiento Global (**GPS**), los Sistemas de Información Geográfica (**SIG**), la Fotogrametría Digital (**FD**), el Procesamiento Digital de Imágenes (**PDI**) y la Cartografía Automatizada (**CD**), permite actualmente contar con estas formidables herramientas en el proceso de adquisición, almacenamiento, análisis y presentación gráfica de datos sobre extensos territorios de forma muy eficiente, rápida y exacta.

La tarea de crear la infraestructura tecnológica y las bases científico-técnicas y metodológicas en los países subdesarrollados, que permitan asimilar estas tecnologías de avanzada, es una actividad que debe llevarse a cabo sin dilación. En su consecución juega un papel de suma importancia la preparación de profesionales que estén vinculados con los estudios territoriales temáticos en las diversas esferas de las geociencias y con otras actividades científicas relacionadas con el espacio geográfico y el medio ambiente. Si se cuenta con especialistas de una elevada calificación en la utilización de la información captada por diferentes sensores remotos espaciales y aéreos, en interconexión con las restantes tecnologías de punta que han sido mencionadas, es posible obtener una información muy valiosa en interés de la conservación del medio ambiente.

En la República de Cuba actualmente se trabaja activamente en investigaciones dirigidas a describir y comprender de manera más profunda los procesos naturales y la influencia de la actividad antrópica sobre el medio ambiente, encaminadas a orientar la toma de decisiones y llevar a la práctica distintas medidas con el objetivo de proteger y preservar los recursos naturales de nuestra nación, base fundamental para el futuro desarrollo económico del país y la elevación de la calidad de vida de su pueblo. Este noble empeño también se trata de lograr en los demás países de la región del Caribe y las tecnologías de avanzada utilizadas en la captura de geoinformación georreferenciada juega un importante rol.

Por esta razón, el estudio sistemático de nuestros recursos naturales y el monitoreo del estado medioambiental, es una necesidad de primer orden. En numerosas tribunas de carácter internacional se ha planteado la urgente e inaplazable tarea de preservar y regenerar los recursos naturales del planeta, y un gran número de países han aprobado políticas y medidas encaminadas a elevar la eficiencia del manejo de los recursos naturales para mantener el equilibrio ecológico, preservar la biodiversidad y llevar a cabo un desarrollo sostenible. A este intento de los gobiernos le han seguido otros de la comunidad científica. La tarea consiste en llevar a la práctica lo que se registra en los documentos adoptados.

En este sentido, Cuba se encuentra desarrollando investigaciones en sus distintas instituciones científicas y trata de insertarse de forma más activa en la importante tarea de integrarse a los países de América Latina y del Caribe para llevar a cabo distintas actividades de carácter docente, científico-técnicas y técnico - metodológicas, con el fin de asimilar diferentes métodos y tecnologías de avanzada que se aplican a los estudios del espacio geográfico, incluyendo las investigaciones integrales de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, tanto en tierra firme como en aguas oceánicas y en la plataforma marina.

Estos métodos y tecnologías, son muy eficaces y en algunos casos imprescindibles para llevar a cabo las investigaciones de extensos territorios y la cartografía de sus resultados. Los alentadores resultados de sus aplicaciones a la esfera del manejo de desastres naturales y tecnológicos son reconocidos.

Desde hace varios años, se utilizan exitosamente, a nivel internacional, los datos e imágenes satelitales y aéreas en los estudios del entorno geográfico y en la cartografía temática de sus resultados. Por otra parte, dichas tecnologías, incluyendo los SIG, permiten confeccionar una de las fuentes principales de información espacial - temporal: **el mapa temático digital**, documento empleado como medio eficaz para la interpretación y la organización geográfica de los datos y la definición de distintas regularidades, relaciones y dependencias geográficas, susceptibles de convertirse en bases para el conocimiento, lo cual se ha ampliado considerablemente con el uso de los Sistemas de Información Geográfica (**SIG**).

Los **SIG** son valorados como herramientas muy eficaces para almacenar, procesar, analizar, evaluar y representar la información georreferenciada, así como para obtener nuevos datos y conocimientos acerca de los fenómenos temporales y territoriales. En sí, son un medio muy potente para el manejo de grandes volúmenes de información sobre el entorno geográfico, lo que facilita la toma de decisiones a los encargados de evaluar los efectos negativos de la actividad humana sobre el medio ambiente. La **Geografía** constituye el elemento clave para estructurar la información dentro de un **SIG** y para realizar operaciones de análisis espacial.

Otra tecnología de avanzada, que apenas comienza a introducirse en algunos países, son los Sistemas de Posicionamiento por Satélites, más comúnmente conocidos por las siglas en inglés del Sistema de Posicionamiento Global de EEUU: **GPS**. El empleo de estos sistemas en la ubicación de los medios técnicos (estaciones de muestreos, embarcaciones, etc.) que realizan las mediciones (observaciones) *in situ* parece ser el modo más efectivo y económico para la ejecución de estas actividades en el terreno. Sus aplicaciones se extienden a la captura de información georreferenciada y puntos de apoyo, que pueden ser empleados en los trabajos fotogramétricos y en la alimentación de los **SIGs**, a los levantamientos aéreos y a otras tareas. Por su parte, la Fotogrametría Digital (**FD**), se perfila como una de las más potentes herramientas en la obtención de datos cuantitativos del terreno, georreferenciados tridimensionalmente, y en la confección de ortofotoimágenes. Los modernos softwares de fotogrametría digital dan la posibilidad de realizar la captura de información en 3D a personal que no tienen que poseer una calificación muy profunda en la esfera de la fotogrametría.

El empleo combinado de todas las tecnologías y métodos mencionados conforman una línea de trabajo tecnológico y metodológico, en interconexión estrecha con el Procesamiento Digital de Imágenes (**PDI**), así como con la cartografía automatizada (**CD**), a la cual se le denomina GEOPROCESAMIENTO INTEGRADO (GPI) o GEOMÁTICA.

La utilización más amplia de los datos espaciales y aéreos en las investigaciones geográficas que se llevan a cabo en Cuba y en otros países de la región de América Latina y del Caribe, constituirán un salto cualitativo en los niveles de aseguramiento de la información científico-técnica multidisciplinaria, debido a las ventajas que ofrece la exploración espacial y aérea, las cuales son superiores en muchos aspectos a las que nos ofrecen los métodos tradicionales de investigación *in situ*. Estas ventajas son mundialmente reconocidas y aprovechadas en un amplio círculo de países para elevar la efectividad de las investigaciones del entorno geográfico.

Una de las ventajas principales consiste en que se reduce el volumen de los trabajos de campo de las investigaciones, gracias a lo cual se disminuye el costo de las mismas. Por otra parte, el empleo de la información que se obtiene mediante la Percepción Remota permite elevar la calidad y la exactitud de los resultados científicos, lo cual se sustenta en las amplias posibilidades informativas y la calidad en la representación del terreno que brindan las imágenes y datos obtenidos por medio de los métodos y sensores de Percepción Remota, destinados para la realización de las investigaciones sobre recursos naturales de la Tierra.

Sin embargo, no se debe perder de vista que la Percepción Remota, los SIG y otras tecnologías de avanzada no son una panacea que puede resolver todos los problemas científicos que se le planteen a los estudios geográficos, pero sin lugar a dudas son una herramienta formidable.

La experiencia ha demostrado que sólo el empleo combinado de la información aérea y espacial, apoyada por un almacenamiento y procesamiento adecuado de las imágenes, que presupone el empleo combinado de los métodos y tecnologías de avanzada que abarca el Geoprocesamiento Integrado (**GPI**), elevará la eficiencia de las investigaciones que se relacionan con los estudios territoriales y la cartografía temática.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que la eficiencia del empleo de las imágenes aéreas y de satélite en esta tarea solo se logra si es posible obtener, con la suficiente plenitud, certeza y exactitud, la información necesaria en condiciones de gabinete con un mínimo trabajo de campo.

### **La integración científica entre especialistas de la Geomática y de las geociencias: un paso necesario y decisivo**

La extensa gama de escalas en las que se ejecutan los trabajos geográficos y medioambientales y otros vinculados con los territorios; la variada y compleja información temática que se estudia y representa gráficamente en diferentes tipos de documentos cartográficos que cubren extensos territorios - a nivel nacional y regional -; el nutrido grupo de fenómenos que son estudiados y monitoreados en variados entornos geográficos en interés de distintas investigaciones, exige de la utilización de los datos e imágenes de percepción remota de diferentes niveles de resolución espacial, espectral y temporal y con distintas características de sus propiedades informativas. En algunos casos, hacen falta imágenes de grandes escalas y, en otros, se necesitan cubrimientos que sólo es posible lograr con las imágenes de satélite.

Por otra parte, en algunas actividades científicas se requiere de la operatividad (resolución temporal) en la adquisición de imágenes para los estudios de la dinámica de los procesos, sin exigir niveles altos de resolución espacial de las imágenes; en otras, es imprescindible que la información sea detallada (con una elevada resolución espacial), soslayándose la resolución temporal elevada. En ciertos casos, la información obtenida mediante las imágenes registradas con sensores que operan en las bandas visible e infrarrojo no aportan los datos que se necesitan y entonces se requiere el empleo de imágenes tomadas en otras bandas, como por el ejemplo las de radar.

El manejo de toda esta información requiere del uso de los métodos automatizados de almacenaje en potentes bases de datos digitales y su tratamiento en ambiente **SIG**.

Aunque las actividades científico-técnicas relacionadas con la Percepción Remota y los Sistemas de Información Geográfica en Cuba y en los países de América Latina y del Caribe, se

han tratado de integrar y dar a conocer a través de distintas vías como la Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota (SELPER), por ejemplo, lo cierto es que aún no se ha podido lograr un esfuerzo conjunto y mancomunado para evaluar a nivel regional el estado, abundancia y la distribución espacial de importantes recursos naturales (como las algas marinas bentónicas, arrecifes coralinos, bosques de mangles, entre otros). La colaboración científica en el país y a escala regional para el empleo de la Percepción Remota en interconexión con otras tecnologías de avanzada, sería una vía adecuada para ampliar la integración latinoamericana y caribeña en el campo de las investigaciones científicas. La caracterización geográfica de las zonas costeras y de la plataforma marina, los estudios de las corrientes marinas litorales y oceánicas, la delimitación espacio - temporal de campos de temperatura superficial de las aguas y la evaluación de sus niveles de transparencias, la detección de zonas contaminadas por vertimientos de petróleo y por otros factores, son entre otras algunas de las actividades en las que se podría trabajar conjuntamente con el fin de lograr un elevado grado de estandarización de la información a nivel regional. Es necesario incluso pensar en la creación de una red GPS regional que permita una localización georreferenciada única en las observaciones y muestreos que se lleven a cabo en las zonas marinas del Caribe y la ejecución conjunta de Proyectos que impliquen el uso de las tecnologías de avanzada en la gestión de desastres, tanto antrópicos (tecnológicos) como naturales.

Teniendo esto en cuenta, actualmente se están realizando esfuerzos para aunar a distintos países del área a través de la Oficina del Espacio Ultraterrestre, de Naciones Unidas, apoyada por algunas Agencias Espaciales y otras instituciones para ejecutar Proyectos Pilotos Científicos para el manejo de desastres mediante la Percepción Remota, los Sistemas de Información Geográfica y otras tecnologías de avanzada.

Una de las causas fundamentales, de carácter antrópico, que afecta actualmente con una periodicidad alarmante los ecosistemas costeros y marinos a escala global, son los derrames de hidrocarburos que se producen de forma accidental o premeditada. En el caso de Cuba, se observan en sus costas ocasionalmente, pero cada vez en mayor medida, las huellas del efecto que provocan los residuales de hidrocarburos arrojados por imprudentes embarcaciones marinas que limpian sus cisternas en las aguas oceánicas adyacentes al país, además de que se han producido accidentes, como el desastre del buque tanquero Princess Ann Mary, en Pinar del Río.

### **La asimilación en Cuba de las tecnologías de avanzada: un gran esfuerzo y caminos por andar**

No existen antecedentes en Cuba del empleo sistemático de la Percepción Remota aérea o espacial, en interconexión con GPS y SIG, para los estudios medio ambientales y detección y monitoreo de desastres, como el caso de derrames de hidrocarburos. A mediados de la década de los años ochenta se realizó el experimento "Plataforma III", en el cuál se desarrollaron investigaciones relacionadas con la detección de manchas de petróleo en el mar, mediante levantamientos aerofotográficos multizonales. Los resultados alcanzados fueron satisfactorios y se estableció la metodología científico-técnica para llevar a cabo esta tarea . Se llevaron a cabo en esa década varios experimentos internacionales de Percepción Remota en los que participaron distintas instituciones científicas nacionales y del antiguo campo socialista. Entre estos experimentos se destacan el "Trópico III", "IR-87", "Caribe-88", "Atlántico-89". Algunos de

los experimentos nacionales más importantes fueron “Trópico I y II”, “Sondeo” y “Plataforma I, II, III y IV”. Estas actividades científico-técnicas permitieron la formación de especialistas nacionales en el empleo de estas técnicas y métodos.

Un impulso en la asimilación de la Percepción Remota espacial en el país lo dio el vuelo espacial conjunto soviético - cubano (1980) y la colaboración científica con la antigua URSS, a través del Programa Intercosmos, así como las investigaciones conjuntas con los Servicios Geodésicos y las Academias de Ciencias de los países socialistas. Esta colaboración científica se interrumpió a finales de la década de los años ochenta.

En Cuba se ha empleado la información aérea y espacial en el campo de la cartografía topográfica, náutica y temática, pero poco se ha utilizado en los estudios medioambientales sistemáticos. Se destaca, sin embargo, el uso asiduo de la información satelitaria en los servicios meteorológicos del país y algunos resultados relevantes en las investigaciones de los recursos naturales y en otras actividades científico-técnicas.

En el país sólo se han empleado en el estudio de recursos naturales, de forma sistemática, los materiales obtenidos mediante sensores remotos fotográficos, aunque en el contexto de algunos experimentos de Percepción Remota nacionales e internacionales, llevados a cabo en regiones del territorio nacional (polígonos de experimentación), se han realizado levantamientos con sensores remotos no fotográficos (scanners óptico-mecánicos, sistemas infrarrojos térmicos, radiómetros, espectrómetros, etc.), pertenecientes a las instituciones científicas extranjeras participantes. Sin embargo, en la inmensa mayoría de estos experimentos, las investigaciones no sobrepasaron la etapa experimental y algunos de sus resultados no han logrado introducirse en la producción ni generalizarse, debido a la interrupción de la colaboración con los antiguos países socialistas. Actualmente se hacen esfuerzos por adquirir imágenes captadas por el sensor HRV del SPOT y de otros satélites como el LANDSAT.

En la década de los años ochenta, debido fundamentalmente a la inexistencia de la tecnología necesaria (hardware y software) para el procesamiento digital de la información espacial, un gran volumen de datos e imágenes en formato digital, obtenidos mediante los experimentos mencionados, no pudo ser procesado, y los resultados del tratamiento de los mismos han sido parciales en la mayoría de los casos. Esta situación ha ido mejorando paulatinamente y ya algunos centros de investigación cuentan con algunos medios para llevar a cabo esta tarea, pero aún con limitaciones.

Cuba no cuenta con una estación terrena de recepción de imágenes de los satélites de recursos naturales y meteorológicos de alta resolución. Desde finales de la década de los años ochenta, quedó interrumpida la adquisición de imágenes fotográficas cósmicas captadas por sensores remotos y satélites rusos, a través de la colaboración que existió con la antigua Unión Soviética. Por otra parte, no se cuenta con sensores remotos aéreos de alta tecnología y, por su costo, no se han podido adquirir un juego de imágenes satelitarias de alta resolución que cubra e todo el territorio nacional de los programas espaciales SPOT (Francia), LANDSAT (E.U.A.), ERS 1-2 (Agencia Espacial Europea) y RADARSAT (Canadá), entre otros.

Los sensores remotos espaciales que actualmente se encuentran en operación para prestar servicios de Percepción Remota con fines pacíficos presentan un compromiso serio para poder satisfacer simultáneamente una resolución espacial adecuada con una resolución temporal que

satisfaga los requerimientos de un monitoreo sistemático de plazos cortos. Por otra parte, algunos países no podría soportar económicamente la adquisición de imágenes espaciales a solicitud y otros no cuentan ni con el soporte financiero para comprar algunas imágenes de su territorio. Incluso en cada país es probable que no exista una política para centralizar los esfuerzos con el fin de aprovechar de forma más eficiente los recursos en hardware y software para el procesamiento con fines científicos. En el caso de Cuba esta situación se agrava por el salvaje bloqueo que le ha sido impuesto durante más de treinta años por los Estados Unidos de Norteamérica.

La tecnología de mini, micro y nanosatélites ha abierto una nueva posibilidad para los países del tercer mundo de participar en la actividad espacial relacionada con la adquisición de imágenes espaciales.

Por otra parte, el proceso de captura de información por medio de la percepción remota, en interés de la cartografía temática, ha cobrado un desarrollo inusitado en la etapa actual. En los últimos años se han puesto en funcionamiento diversos programas espaciales que permiten obtener datos e imágenes de distintas características. Conjuntamente, se han perfeccionado los métodos y tecnologías para el tratamiento digital de imágenes, incluyendo el proceso de la clasificación automatizada. De esta forma, la percepción remota en su conexión con los **GPS**, la fotogrametría analítico - digital y los **SIG**, se ha convertido en una potente herramienta de obtención de datos, su procesamiento y análisis en multitud de esferas y disciplinas.

Como ya se señaló, en los últimos años está aumentando el número de satélites operacionales dotados de distintos sensores remotos que adquieren imágenes de elevada resolución espacial para realizar estudios de los recursos naturales y para la actividad de gestión medio ambiental y para elaborar mapas temáticos acerca de estas investigaciones, gracias en parte a la aparición de programas de satélites totalmente comerciales (Ver: Resultado del Proyecto **GEF/PNUD**: “Valoración del Uso de la Teledetección Aerocósmica en Interconexión Con Otras Tecnologías de Avanzada Para la Creación y Actualización de las Bases de Datos Temáticas del Sistema de Información Geográfica del Proyecto GEF/PNUD CUB/92/G31.102”.(Alvarez Portal, R. y otros, IGT, año 2 000)

En la actualidad, hay una gran diversidad de sistemas de percepción remota por satélites, con los que se pueden obtener datos útiles para el estudio de los recursos naturales y para la realización de otras tareas científicas. En realidad, continuamente están poniéndose en órbita distintos satélites de observación de la Tierra. Países latinoamericanos como Brasil, Argentina, Chile y México participan también en esta actividad espacial.

### **Informacion sobre algunos programas espaciales, misiones, satelites e instrumentos**

#### ***Table info about spectral wavelengths ( $\mu\text{m}$ ):***

<i>Visible</i>	<i>0.4 – 0.65</i>
<i>NIR (Near infrared)</i>	<i>0.65 – 1.1</i>
<i>MIR (Medium infrared) or SWIR (Short Wave infrared)</i>	<i>1.3 – 2.5 (e.g. TM5 and TM7)</i>
<i>TIR (Thermal infrared)</i>	<i>3 – 5 and 8 – 14</i>

Satellite	Ground resolution (m)			Spectral range ( m)			SAR		
	0,5 – 5	5 - 50	50 - 500	> 500	Visible + NIR	MIR (SWIR)	TIR	L-band	C-band
<a href="#">EO-1</a>		X			X	X			
<a href="#">EOS-AM1 (TERRA)</a>		X	X	X	X	X	X		
<a href="#">EOS-PM1</a>			X	X	X	X	X		
<a href="#">ERS-1</a>		X							X
<a href="#">ERS-2</a>		X							X
<a href="#">ENVISAT</a>		X	X	X	X	X	X		X
<a href="#">IKONOS 2</a>	X				X				
<a href="#">IRS-1C</a>		X	X		X				
<a href="#">IRS-1D</a>		X	X		X				
<a href="#">IRS-P5</a>	X								
<a href="#">IRS-P6</a>		X			X	X			
<a href="#">Landsat 5</a>		X	X		X	X	X		
<a href="#">Landsat 7</a>		X	X		X	X	X		
<a href="#">OKEAN-O</a>			X	X	X		X		(*)
<a href="#">OrbView-2 (SeaStar)</a>				X	X				
<a href="#">OrbView-3</a>	X				X				
<a href="#">OrbView-4</a>	X				X	X			
<a href="#">Radarsat 1</a>		X							X
<a href="#">Radarsat 2</a>	X								X
<a href="#">RESURS-O1 3</a>			X		X		X		
<a href="#">SPOT 1</a>		X			X				
<a href="#">SPOT 2</a>		X			X				
<a href="#">SPOT 4</a>		X		X	X	X			
<a href="#">SPOT 5</a>	X	X			X	X			

\* **Side looking Radar with a wavelength of 3 cm** (Radar de Observación Lateral, con longitud de onda de 3 cm)

- [AATSR](#) Advanced Along Track Scanning Radiometer
- [ASTER](#) Advanced Spaceborne Thermal Emission Reflectance Radiometer
- AVHRR:
- ENVISAT

Como se señaló, a esta lista de programas espaciales y sensores remotos se le podría agregar aquella que trata sobre las actividades que se desarrollan hoy día por otros centros y agencias espaciales de América Latina (Brasil, Chile, Argentina), así como de la República Popular China y otros países, los cuales han puesto en órbita distintos ingenios cósmicos destinados a la observación de la Tierra. Un programa interesante es el del Centro Espacial de SURREY (Reino Unido), que ha puesto en funcionamiento, distintos micro, mini y nanosatélites que, como ya se indicó, resultan muy económicos y operacionales.

Los Sistemas de Posicionamiento Global (**GPS**) también se han puesto al alcance de todos en la etapa actual. Estos dan no solo la posibilidad de determinar las coordenadas de los puntos con gran precisión, de manera fácil y rápida, sino también de navegar con elevada exactitud. La amplia gama de receptores **GPS** permite que en cada caso se utilice el método, el tipo de

equipo, variante y tiempo de duración de las observaciones para garantizar los resultados necesarios. En la actualidad existen equipos **GPS** con precisión submétrica y milimétrica.

Como se ha podido apreciar, la posibilidad de contar con las mencionadas tecnologías de avanzada en el proceso de adquisición de datos sobre el territorio, ha permitido elevar la eficiencia de los estudios geográficos y ampliar las fronteras de la Geografía como ciencia. Por otra parte, dichas tecnologías han dado la posibilidad de elevar el grado de automatización de la cartografía, ya que se puede obtener información digital directamente a través de la utilización de las mismas.

### **La Geografía y el nuevo paradigma tecnológico**

Se puede afirmar que la Geografía en la época actual está caracterizada por un sello: las tecnologías y métodos de punta para la adquisición de datos georreferenciados y el tratamiento digital de la información mediante distintos softwares. Los atlas y mapas tradicionales ceden paso a los digitales; los análisis espaciales se apoyan en sistemas de información geográfica y, de esta forma, cada vez se hace más rápido el paso a nuevos conocimientos a partir de los estudios iniciales que forman parte de las investigaciones geográficas. Sin embargo, la situación tecnológica existente en muchos países latinoamericanos y caribeños los sitúa en una posición de desventaja con relación a otras naciones, impidiendo un avance de sus investigaciones marcado por dicho sello. Los factores que lo han provocado ya han sido mencionados y muchos de éstos afectan a todos los países pobres.

Sin embargo, no obstante las dificultades existentes, los geógrafos de los países subdesarrollados no pueden perder de vista que la asimilación y aplicación de las tecnologías de avanzada es una de las tareas más importantes que se tienen por delante. Mediante éstas es posible caracterizar ágilmente los cambios espacio-temporales que hoy en día ocurren con una mayor rapidez que en el pasado y alertar sobre las consecuencias que puede traer aparejado el vertiginoso desarrollo socioeconómico del que somos espectadores.

Queda claro entonces que la comunidad científica vinculada con las ciencias geográficas, conociendo que el espacio geográfico menos conocido y con el nivel más bajo de cobertura cartográfica se ubica precisamente en las regiones del Tercer Mundo, en las que América Latina y el Caribe se destacan como escenarios de cambios substanciales en el estado del medioambiente que afectan a todo el planeta, deberá centrar su atención en encontrar las vías y formas para lograr que en el próximo milenio las tecnologías de avanzada no sean sólo patrimonio de los países más desarrollados. Las instituciones geográficas de la región, científicas y científico-docentes, tienen ante sí el reto del nuevo paradigma tecnológico y deberán enfrentarlo o retrasarse en sus aspiraciones de desarrollo.



## **CAPÍTULO IV. INTERRELACIONES DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE**

---

La propia complejidad del medio ambiente como “sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos...”, determina que su estudio esté siempre necesitado de un análisis integrador y a la propia vez abierto a cuantas interrelaciones tengan lugar entre los diferentes y heterogéneos elementos del medio ambiente.

De ahí que el presente capítulo pretenda abarcar el mayor número de interrelaciones posibles, conscientes de que no resulta factible agotar en esta obra, toda la gama de posibilidades que se dan en una relación de tipo naturaleza – sociedad, ya que la realidad siempre desborda todo intento por encasillar o limitar el alcance de las implicaciones holísticas del medio ambiente.

Se abordan los elementos tanto de tipo físico-geográfico (naturales) como los de carácter socioeconómico; comenzando por el relieve, el clima, los suelos, el manejo hídrico, la vegetación y el medio marino costero, luego el análisis de la estabilidad ecológica, hasta arribar a criterios sobre las implicaciones de la agricultura, la industria, el transporte, el turismo, las ciudades, la población y las interrelaciones de tipo salud – medio ambiente.

Desde diferentes enfoques y modos de asumir el análisis ambiental se emprende el escabroso camino de tratar de conocer a profundidad los complejos mecanismos que rigen el comportamiento del medio ambiente, con la evidente intención de proveer a los investigadores, de una plataforma teórica y metodológica eficaz, para introducirse en la madeja ambiental, contando con indicadores bien definidos y el cuestionamiento previo de las mejores vías para asumir el análisis ambiental necesario en cada caso.

## IV.1. RELIEVE - MEDIO AMBIENTE

Jorge Angel Luis Machin

- **Principales interrelaciones del relieve dentro del medio ambiente**

A pesar de que en los últimos años comienza a ser mejor reconocida la importancia objetiva del relieve en los estudios ambientales, al nivel incluso en que se le reconoce en la Norma Cubana: Calidad ambiental de Cuba, 1987: "condición natural que tiene la interacción más compleja con los restantes componentes del medio natural", aun resulta frecuente observar la "simplificación de sus implicaciones como objeto de la investigación ambiental" (J.L. Díaz et al. 2000, inédito).

El análisis sistémico y dialéctico de la actividad antrópica, se asume hoy como una acción con suficiente poder para producir de manera directa o indirecta, la modificación parcial o total del micro y mesorrelieve, en pequeños o en amplios territorios; e inducir transformaciones de gran magnitud y alta velocidad, irreversibles en ocasiones, que repercuten indistintamente, en los demás elementos del medio ambiente.

De ahí que conocer el condicionamiento geomorfológico, así como las características más significativas del modelado exógeno, resulte un paso ineludible para la modelación de las interacciones naturaleza - sociedad, conducentes, bajo un adecuado estudio, a la definición de soluciones para el manejo óptimo del espacio y de los recursos, tanto naturales como socioeconómicos, como única vía para garantizar la armonía entre el uso y función del territorio y las necesidades de protección y conservación; o el Desarrollo Sostenible en definitiva.

Como quiera que "la actividad económica de la sociedad influye sobre todos los componentes del paisaje, incluyendo al relieve, transformándolos con mayor o menor magnitud y velocidad" (Kirchner y Díaz, 1986); para el caso de Cuba las mayores implicaciones en tal sentido, estarían en primer lugar relacionadas con el manejo antrópico inadecuado a través de acciones como la agricultura, la minería (fundamentalmente "a cielo abierto"), los viales, la actividad turística y otros de menor peso, pero que localmente pudieran tomar valores importantes por su nivel de conjugación con otros elementos naturales o socioeconómicos.

A pesar de que los métodos tradicionales para el estudio del relieve, sobre todo los referidos a la Geomorfología Aplicada, no dejan de tener una significativa relevancia para el análisis de las implicaciones relieve - medio ambiente, hoy por hoy son otros los derroteros que siguen los estudios de Geomorfología Ambiental o de la Geografía del Medio Ambiente, para cubrir las complejas interrelaciones que se dan entre este elemento y los restantes implicados en cada caso de estudio, máxime si tenemos en cuenta que "... las leyes de la naturaleza y la sociedad (...) constituyen en esencia dos clases de leyes que podemos separar a lo sumo en las ideas, pero no en la realidad." (F. Engels, en "Dialéctica de la Naturaleza").

Por otro lado, el uso cada vez mayor de técnicas y métodos científicos avanzados, que hacen más eficiente y preciso el estudio sistémico del relieve y del medio ambiente como tal, han revolucionado todo el andamiaje teórico metodológico de las investigaciones aplicadas.

Hoy, además de la interpretación de fotografías aéreas, la elaboración de mapas temáticos a partir de fotoesquemas y del imprescindible trabajo de campo teniendo como base a los mapas topográficos y temáticos, perfiles, etc.; se recurre también a imágenes de satélites, al procesamiento digital de datos e imágenes, los modelos digitales del terreno, los mapas en

soportes magnéticos, los sistemas de posicionamiento global (GPS), los propios sistemas de información geográfica (SIG), etc.

Los mapas morfométricos (ya sean analógicos o digitales), continuarán siendo, por supuesto, una herramienta ineludible en este tipo de estudio. A los mapas hipsométrico, de inclinación de las pendientes, de disección horizontal y vertical, de densidad general de disección, de morfoisohipsas, etc.; le siguen análisis que a partir de las implicaciones ambientales, pretenden definir cualitativamente y en ocasiones cuantificar, los fenómenos y procesos que se verifican en el territorio, teniendo en cuenta su condición de impacto, cambio o consecuencia, su tiempo de retardo, la dinámica que los caracteriza y su expresión espacial.

- **El relieve en los estudios medioambientales**

Para abordar adecuadamente las complejas interrelaciones en las que participa el relieve como elemento clave del estado del medio ambiente, es necesario tener en cuenta al menos cuatro etapas de análisis, que se aplicarán indistintamente, según los objetivos que persigue el estudio y teniendo muy en cuenta las características específicas para cada territorio, así como la escala de trabajo.

Las mismas son:

- Análisis morfométrico de los diferentes tipos de relieve.
- Aptitud natural del relieve para la ocurrencia de procesos degradantes.
- Estudio de los procesos exógenos activos y sus relaciones con el uso y función del territorio.
- Evaluación del relieve para determinado tipo de uso y manejo.

Para ello se utilizan indicadores tales como los morfométricos o la aparición de formas de relieve inherentes a determinado proceso. Por ejemplo, la existencia de surcos de erosión y de cárcavas, los afloramientos de rocas o con sensibles pérdidas de los horizontes de suelo, la remoción y el arrastre de partículas, la deposición de sedimentos, etc.

Se deben además realizar mediciones periódicas que permitan conocer la dinámica con que se desarrolla el proceso y su tendencia a ser favorecido o no por las condiciones tanto naturales como antrópicas, buscando desentrañar las tendencias evolutivas y los riesgos de degradación que presenta y que están favorecidos o no por el relieve.

Teniendo en cuenta el tipo y la intensidad de los procesos exógenos actualmente activos en el territorio, el nivel de condicionamiento geomorfológico natural para la ocurrencia de procesos degradantes y las peculiaridades morfométricas, se puede arribar a una evaluación del relieve para determinado tipo de uso y manejo, que luego se conjugará con otras informaciones de clima, suelos, cobertura vegetal, etc. para definir objetivamente el accionar más adecuado desde el punto de vista ambiental.

La conjugación de los procesos tectónicos, denudativo - erosivos, cársicos, acumulativos, fluviales, glaciáricos, volcánicos, lacustres, marinos y antrópicos; así como el peso de cada uno de ellos en el estado actual y perspectiva del medio ambiente, permiten, bajo un enfoque sistémico, dilucidar las acciones concretas a ejecutar para una adecuada interrelación relieve - medio ambiente.

En cuanto al tipo de procesos exógenos más frecuentemente considerados como degradantes, podemos citar: la denudación, la erosión, los procesos gravitacionales, determinados procesos cárnicos, fluviales, costeros, etc. y muy especialmente algunos procesos antrópicos, que en dependencia de su nivel de conjugación con las características naturales, pueden resultar más o menos intensos, más o menos persistentes, más o menos impactantes.

Las combinaciones de procesos exógenos degradantes tornan más compleja la situación ambiental y dificultan el accionar oportuno para lograr niveles adecuados de conciliación espacial entre las prioridades de uso y las de protección.

El empleo adecuado y oportuno de las llamadas tecnologías de avanzada, facilitan y agilizan el análisis y modelación de los procesos y fenómenos geomorfológicos.

- **Principales indicadores para el análisis ambiental**

No resulta necesario agotar aquí toda la gama de posibles indicadores geomorfológicos que pudieran definir o aportar criterios para una interrelación de tipo relieve - medio ambiente, puesto que dependerán en gran medida de los objetivos y el lugar de estudio, donde se debe esclarecer cuáles son los que más aportan al conocimiento sistémico de la problemática ambiental:

**Morfométricos:**

valores hipsométricos

ángulo de inclinación de las pendientes

longitud de las pendientes

exposición de las pendientes

disección vertical

disección horizontal

disección general

densidad de formas erosivas

densidad de formas cárnicas

**Analítico - Evaluativos:**

análisis de morfoisohipsas

grado de complejidad del relieve

condicionamiento natural para la erosión

intensidad de la dinámica endógena

intensidad de la dinámica exógena

grado de transformación antrópica

**Procesos geomorfológicos y condicionamientos del relieve. Implicaciones ambientales:**

**Movimientos tectónicos recientes y actuales:**

Se debe tener en cuenta el hecho de que los valores significativos de los levantamientos tectónicos o de la subsidencia, pueden desencadenar una serie de consecuencias, favorables o

no, para el desarrollo de los principales procesos exógenos dañinos al medio ambiente, por ejemplo: en zonas costeras la subsidencia puede incidir notablemente en el desarrollo de procesos de salinización, de abrasión marina y otros. De manera que una suficiente acumulación de evidencias de movimientos activos de elevación o descenso de los territorios (morfoaliniamientos, encajamiento de los ríos, hundimientos no cársicos, etc.), pudiera resultar un argumento para declarar susceptibilidades o vulnerabilidad natural ante determinados procesos desencadenados.

#### **Procesos erosivos y denudativos:**

El estudio de la velocidad y dinámica de estos procesos y de sus manifestaciones espaciales, permite estimar de forma cualitativa o cuantitativa las pérdidas de suelo, los aportes de sedimentos, la densidad de cárcavas e incluso pudieran determinar cambios en el albedo del área afectada, lo que ocasionalmente pudiera influir, aunque de manera limitada, en los cambios climáticos. Tales procesos, por su estar implicados directamente con la degradación y pérdida de los suelos, se retoman en el acápite referido al estudio de los suelos.

#### **Grado de complejidad del relieve:**

Refleja el condicionamiento natural del relieve para el desencadenamiento de diferentes procesos exógenos implicados en la problemática medioambiental. Incluso, en dependencia del grado de generalización que se le dé, pudiera incluir desde la densidad de disección (vertical y horizontal) y los ángulos de las pendientes, hasta los valores hipsométricos o los propios elementos tectónicos que resulten de interés como las fallas, depresiones, etc.

#### **Grado de condicionamiento para la erosión**

A partir fundamentalmente de los valores morfométricos, es posible determinar rangos de una mayor o menor predisposición natural de los territorios para ser afectados por procesos erosivos. Así por ejemplo, a mayor inclinación de las pendientes habrá un mayor condicionamiento y viceversa. Hay que agregar a esto que existen otros indicadores naturales o antrópicos condicionantes, como pueden ser la deforestación, las precipitaciones, las características físico - químicas de los suelos, etc.

#### **Movimientos gravitacionales:**

La existencia de pendientes con altos valores de inclinación, potencia la aparición de variados procesos de remoción en masa, que inciden directamente en la problemática ambiental a pesar de no ser continuos en el tiempo. La acumulación de tensiones o distensiones por efecto de la exogénesis tropical y el efecto de la fuerza de gravedad, generan con frecuencia la desestabilización del material litológico o edáfico que se pone en movimiento laderas abajo, favorecido o no por el agua que aportan las precipitaciones. Una correcta valoración y estudio de los mismos permite prevenir posibles situaciones de peligro o de riesgo tanto a los pobladores como a la infraestructura técnica y socioeconómica en general.

#### **Procesos cársicos significativos:**

En nuestro país, con un condicionamiento cársico de aproximadamente dos tercios del territorio nacional, es imprescindible tener en cuenta todo el proceso de disolución química del substrato litológico y sus numerosas implicaciones en el ámbito del medio ambiente.

- **Relaciones del relieve con el medio ambiente**

Las relaciones que se dan entre el relieve y los demás elementos del medio ambiente, se definen desde tres direcciones diferentes:

1. *De tipo naturaleza - naturaleza*: el relieve influye en el resto de los elementos naturales y estos sobre él, existiendo relaciones directas, incluso de tipo genético, que tienen un reflejo inmediato en las características geomorfológicas. El relieve, como base sobre la que se sustentan los suelos, las aguas, la fauna, la vegetación y en determinada medida la atmósfera, estará indisolublemente vinculado a los principales impactos ambientales que se generen y su degradación tendrá siempre un reflejo en mayor o menor medida sobre el resto de los elementos naturales.
2. *De tipo naturaleza - sociedad*: el relieve le impone determinadas limitantes y condiciones al hombre para el desarrollo de las diferentes actividades socioeconómicas. Así por ejemplo, se conoce que el uso de maquinarias agrícolas está limitado por la inclinación de la pendiente.
3. *De tipo sociedad - naturaleza*: la implicación sería a partir del impacto o la influencia directa o indirecta, que sobre el relieve ejercen las transformaciones generadas por el hombre y donde este último desempeña su papel como agente de la degradación ambiental. Sin embargo, en tal tipo de relaciones se incluyen también las gestiones positivas, como las que se realizan para detener a los procesos degradantes o minimizar los daños causados, como pueden ser el uso de barreras antierosivas, la reforestación, etc.

Ahora bien, a partir de un análisis de las fuerzas que generan las condiciones geomorfológicas actuales, existen dos componentes genéticos que definen las interrelaciones relieve - medio ambiente: endógena y la exógena.

En el primer caso, predispone o no para la ocurrencia de determinados procesos de carácter exógeno, aunque los eventos catastróficos de origen endógeno si pueden alterar radicalmente y en muy breve lapso de tiempo, las interrelaciones existentes.

En el caso de la componente exógena, resulta la de mayores implicaciones ambientales, sobre todo por su inmediata repercusión, su relativa rapidez de desarrollo y su heterogeneidad causal, al ser desencadenado el proceso exógeno por múltiples causas, incluidas las antrópicas.

Habría que hacer mención además a otras peculiaridades geomorfológicas como las propiciadas por el relieve cársico, que deben recibir un tratamiento diferenciado para su adecuado manejo, ya que responden a características específicas de las rocas y su mayor o menor exposición a la disolución.

**Relaciones negativas entre los elementos del medio ambiente y el relieve:**

<b>Elemento interactuante:</b>	<b>Principales relaciones negativas:</b>
<b>suelos</b>	Aceleración de la erosión, sedimentación
<b>atmósfera</b>	Aceleración de la meteorización y de la erosión
<b>agua</b>	Aceleración de la meteorización y de la erosión
<b>fauna</b>	No apreciable
<b>vegetación</b>	Aceleración de la erosión (por escasez o ausencia)

<b>agricultura</b>	Erosión, compactación, lavado, sedimentación
<b>forestales</b>	Erosión (por deforestación)
<b>manejo del agua</b>	Sedimentación, erosión, cambios del escurrimiento, mal drenaje
<b>industria</b>	Cubrimiento del relieve, movimientos de tierra, extracción de minerales
<b>transporte</b>	Erosión lineal, cortes de laderas, movimientos de tierra
<b>recreación</b>	Erosión, cubrimiento del relieve, movimientos de tierra, rupturas del perfil de playa
<b>asentamientos</b>	Cubrimiento del relieve, movimientos de tierras

- **Evaluación geomorfológica para el manejo sostenible de un territorio**

La caracterización geomorfológica para el uso adecuado y la protección del medio ambiente se puede referir concretamente a actividades específicas como la agricultura, una de las principales causas de la degradación del relieve; la minería a "cielo abierto", que motiva sus transformaciones más rápidas y espectaculares, etc.

Una valoración de las diferentes combinaciones de los índices morfométricos según el grado de favorabilidad que representan con respecto a la degradación del relieve, nos permite en cada caso elaborar mapas donde se refleje evaluativamente no solo el condicionamiento natural para cada variante de la actividad socioeconómica considerada, sino también proponer un ordenamiento territorial, avalado por los requerimientos para lograr la máxima eficiencia de la actividad.

Así mismo, en el caso de la minería, se deben valorar las implicaciones en el relieve, los valores geomorfológicos y paisajísticos, la geodiversidad y en definitiva las vías para una rápida recuperación, una vez concluido el proceso de prospección o extractivo.

En relación con actividades recreativas, resultan de interés los valores escénicos y de elevada naturalidad, explorando posibilidades del relieve para diversificar las ofertas turísticas.

En la construcción de obras ingenieras, se debe velar por la implementación de vías para minimizar los impactos producidos, diseñar viales que incluyan un sistema adecuado de drenaje, proyectar embalses en zonas de escaso valor geomorfológico, proteger las formas del relieve que resulten interesantes, raras o únicas, etc.

En cuanto a la actividad proteccionista, se recomienda incrementar el peso del relieve como argumento por si solo, para la protección y la recuperación ambiental.

Al definir las categorías de factibilidad para cada tipo de uso, a partir de los indicadores del relieve, se deben considerar además de las características morfométricas, la intensidad y el tipo de manifestación de los procesos exógenos, el grado de favorabilidad para el rápido desarrollo de la erosión o de cualquier otro proceso degradante y las tendencias de los movimientos tectónicos recientes.

Las unidades ambientales, analizadas a partir de las peculiaridades de relieve, quedarían categorizadas entre muy favorables y extraordinariamente desfavorables, considerando que algunas pueden ser muy apropiadas para un determinado tipo de uso y manejo, mientras que



---

## **IV.2. EL CLIMA DESDE LA PERCEPCIÓN DE LA GEOGRAFÍA DEL MEDIO AMBIENTE.**

MSc. Grisel Barranco Rodríguez

Los avances científico- técnicos han representado un cambio fundamental para la sociedad, en tanto que la ha dotado de nuevas posibilidades de ampliar, diversificar e intensificar sus posibilidades de desempeño. Ello se ha expresado con particular acento en el presente siglo, caracterizado por la celeridad en la generación del conocimiento y su difusión. Con ello ha resultado viable que en muchos aspectos, el hombre haya sido capaz de permear las barreras que la naturaleza le imponía en el pasado, y han sido más expeditas las formas de intervención en la misma. Ese proceso se ha visto sujeto de forma secular a desenfrenos que han dado lugar al complejo panorama ambiental que hoy enfrenta la humanidad, donde incluso las previsiones resultas de mayor severidad, en consecuencia de las referencias sobre un proceso de Cambio Global.

Los procesos degradativos del medio ambiente han comprometido, en una u otra medida, a todos sus factores, pero sin lugar a dudas, de particular interés resulta la situación del clima, primero, por su participación en la genética exógena del paisaje, así como en consideración a los nexos que establece con los restantes factores naturales y en ese mismo orden por los vínculos directos e indirectos que crea con las diversas actividades de la sociedad. Ello condiciona que sus eventos desfavorables sean capaces de generar consecuencias de índole variable, pero en dimensiones tales que pueden influir en toda la vida del Planeta, pues un rasgo fundamental de los problemas climáticos es que, al igual que los del ambiente, son simultáneamente de tipo local y global (Budiko, 1980; Rauner, 1981; Clark, 1989).

Todas esas transformaciones se reflejan en el ámbito socioeconómico, abriendo perspectivas inciertas sobre la sostenibilidad de actividades fundamentales de la economía mundial como la agricultura y el turismo, tiene que ver con la salud, así como con la supervivencia y calidad de la vida del propio hombre..

El problema posee por tanto una altísima complejidad que requiere de un examen transectorial y multidisciplinario. Un acercamiento al tema está en los propósitos de este trabajo. El mismo se plantea desde la perspectiva que ofrece la investigación geográfica del medio ambiente, en virtud de las disímiles disciplinas vinculadas. Se busca de esa forma una visión panorámica de las principales relaciones causales interactuantes entre el clima y la actividad de la sociedad, así como la dimensión a que recíprocamente se pueda llegar, al constituir ineludibles puntos de mira cuando se habla de sostenibilidad ambiental.

- **El clima y el medio ambiente. Un acercamiento a la fundamentación teórico-metodológica.**

Aún cuando las referencias al tema ambiental implican siempre discusiones sobre contenido y alcance, es de clara definición la participación del clima entre sus componentes abióticos. Así, en tanto que parte de un sistema, el clima estará inmerso en el ámbito de complejas relaciones a las que hace referencia la Fig. 1. La dificultad que entraña el estudio de clima se puede ver incluso desde su propia definición, pues si etimológicamente hace referencia a la inclinación de los rayos solares, se asocian a la misma aspectos de la Física, la Ecología, la Estadística, y por supuesto, de la Geografía. De tal forma se debe entender al clima como el régimen normal del intercambio físico entre el suelo y el aire, en conexión con los elementos meteorológicos que lo determinan, y las particularidades impuestas por el factor geográfico.

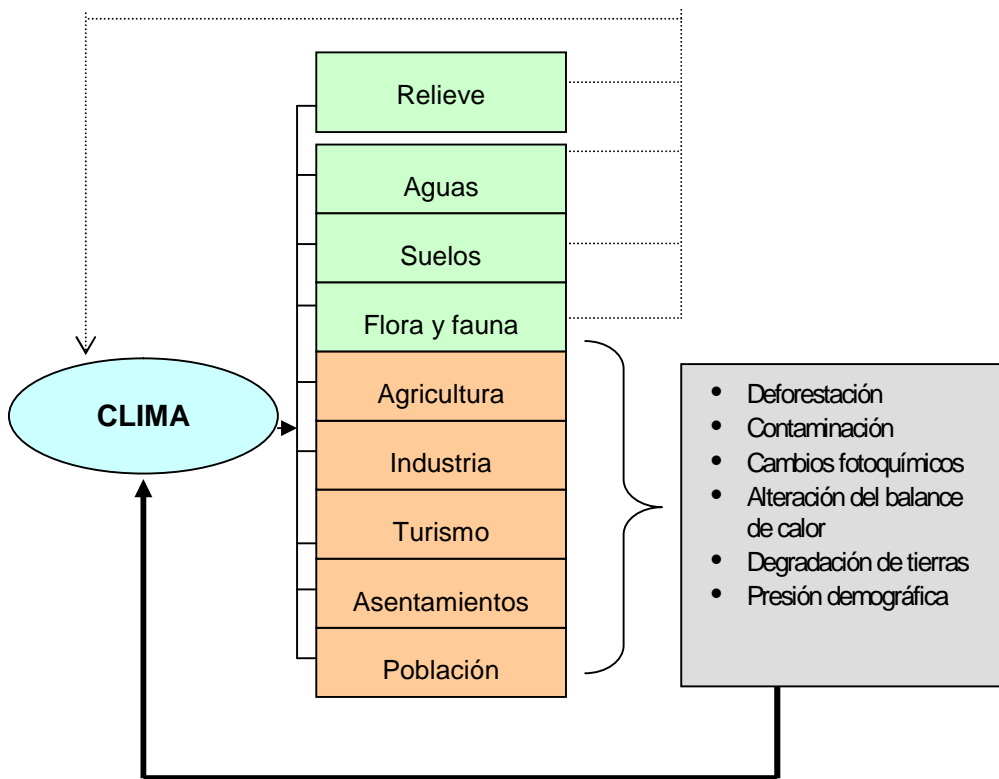


Fig. 1. Esquema de los nexos funcionales (directos e indirectos) del clima en el sistema del medio ambiente.

La definición es expresión elocuente de la complejidad referida, por cuanto involucra el examen de la capa de la esfera geográfica donde están en interacción factores bióticos y abióticos de la naturaleza, desde la atmósfera hasta capas subsuperficiales de la Tierra. Pero por otra parte hay una fuerte impronta de índole socioeconómica, en marcos espaciales concretos, en los que está implícita la temporalidad a gran escala.

Por su conformación, dada en la conjunción multifactorial, el clima se presenta como un sistema que influye en la diversificación paisajística y consecuentemente en el destino socioeconómico del medio. A lo largo del desarrollo de la humanidad se suceden evidencias al respecto (Frolov, 1981; Gore, 1995). De ahí que su papel esté vinculado a la evolución misma de la civilización, tanto en lo relativo al florecimiento, dado en el marco de estadios favorables del clima, como también con situaciones de inestabilidad socioeconómica, vinculables con eventos o períodos climáticamente adversos.

Contemporáneamente se hace muy notable la condicionalidad recíproca, o sea, la dimensión de las actividades humanas, que son las que marcan aceleradamente los disturbios del sistema. Las mismas son generadoras de conflictos ambientales que alteran al propio clima, con consecuencias en todo el sistema relacionado (Fig. 1).

La participación directa del hombre y su actividad en los cambios del clima ha condicionado una nueva visión en las investigaciones relativas al mismo, que encuentran en el medio ambiente un marco propicio, donde no sólo se puede estudiar el componente, sino también el ámbito de sus relaciones causales, en un contexto amplio y holístico.

Un campo tan variado de problemas requiere así mismo de una gama diversa de métodos, técnicas y base informativa. En las condiciones de Cuba algunos métodos, muy avanzados y costosos carecen, de posibilidades efectivas para su implementación. Han mostrado sin embargo su validez los métodos inductivos, deductivos, instrumentales, estadísticos, históricos y cartográficos, aplicados diferencialmente de acuerdo al problema a tratar, los recursos técnicos e informativos disponibles, la escala de trabajo y la esfera de aplicación.

En el orden metodológico, la experiencia académica de diferentes instituciones mundiales permitió consolidar la orientación de las investigaciones en Cuba. De significación particular resultaron las realizaciones de Davitaya y Trusov (1965), Trusov (1967), Goguishvili (1972), Izquierdo (1976), Trusov, Izquierdo y Díaz (1983), entre otras que sentaron pautas metodológicas y dejaron huellas, que han permitido conformar una valoración detallada de los elementos del clima, de la tipología climática, así como las complejidades referidas a esferas aplicadas de la economía y la vida nacional, e incluso algunos de índole regional.

Una de las aristas más complejas de la climatología es la que se refiere a la información, por cuanto la obtención de resultados más certeros demanda datos de mayor período (con variaciones dadas de acuerdo a las características distributivas espacio- temporales del elemento (Jansa, 1994), lo cual choca con el nivel de desarrollo en la materia y la necesaria habilitación del instrumental requerido.

---

En las condiciones de Cuba, se cuenta con dos redes básicas:

- La red meteorológica nacional (atendida por el Instituto de Meteorología, CITMA), que cuenta con 70 estaciones nacionalmente distribuidas, establecidas en lo fundamental en 1962, conjugó el acervo informativo del antiguo Observatorio Nacional y la red del Colegio de Belén. La red meteorológica, realiza observaciones de todas las variables climáticas en un régimen horario diferenciado y observaciones sinópticas.
- La red pluviométrica (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos), que con una cobertura nacional se destina en lo fundamental a la observación de las precipitaciones y eventos asociados con la misma, aunque posee además una red de estaciones hidroclimáticas que atiende una mayor cantidad de variables, pero por su alcance espacial resulta de baja representatividad. La red pluviométrica se caracteriza por contar con series de largo período, que resultan básicas para la valoración de uno de los elementos más complejos del medio cubano.

Hay que consignar que para aspectos concretos de algunas actividades económicas existen otras redes de información que satisfacen intereses sectoriales, agricultura, aviación, etc.

El hecho de que las observaciones instrumentales cuenten en lo fundamental con series entorno a cuatro décadas, e incluso las más antiguas sólo registran el presente siglo, ha condicionado que metodológicamente los estudios pretéritos del clima se desarrollen por inducción, tomando como testigos otros componentes geográficos (Ortega y Arcia, 1982) y en menor medida por dendrocronología y palinología, por medio de intercambios de colaboración internacional, que apoyan tecnológicamente las acciones. El método histórico (Celeiro, 2000) cuenta también con validez. Fundamentado en cronologías y otras documentaciones, viabiliza la reconstrucción del pasado climático.

Un tratamiento diferenciado se requiere también en el estudio de la contaminación, para lo cual se estableció una red de observación especializada por parte del Inst. de Meteorología, así como una respaldada por el Ministerio de Salud Pública. La misma tiene carácter nacional, pero por su distribución espacial en el caso de la primera y la irregularidad informativa en el de la segunda, resulta insuficiente para la solución de algunos problemas de tipo local. Existe un cúmulo notable de información básica y estudios sobre la lluvia ácida, el ozono troposférico y otras formas de contaminación referidas a la escala nacional y regional, así como problemas puntuales que por su significación requirieron de muestreos especiales de la contaminación. Una situación particular se presenta en la escala local, con las contaminaciones de baja intensidad, asociadas con la agricultura, la minería a cielo abierto, entre otras actividades. Ese

tipo de situación que no tienen un gran significado en la problemática regional o global del clima, escapa a las prioridades del monitoreo sistemático, aún cuando en lo puntual producen molestias de diferente índole a la población e incluso a otras actividades económicas. A dichos problemas se les puede dar una expresión cartográfica por medio de los elementos de la rosa de los vientos, según las regulaciones definidas en las normas para los radios de protección sanitaria (Norma cubana, 1987), proceder por medio del cual se puede coadyuvar a los efectos de una mejor ordenación (Barranco, 1994). El problema así abordado resulta de un interés sustantivo desde el punto de vista ambiental.

- **El clima. Orientación investigativa de significación ambiental.**

Desde una percepción ambiental el acercamiento al clima puede poseer diversos ángulos de interés; desde esa perspectiva, pueden resultar de significación de acuerdo a la escala temporal objeto, tres estadios diferentes:

- Pretérito.
- Actual (del fondo natural y el antropotecnógeno).
- Perspectivo.

La primera incursiona sobre las características del clima en una prolongada escala temporal correspondiente al pasado histórico, para partiendo del conocimiento de los regímenes entonces imperantes, comprender mejor situaciones climáticas del presente e incluso avizorar las del futuro, definiendo ritmos evolutivos, cuantificación de situaciones y procesos y valoración de su posible alcance. Esas investigaciones son altamente exigentes en recursos tecnológicos, pero en la práctica cubana se han alcanzado resultados con acierto por inducción- deducción de tipo histórico sobre datos climáticos o a través de otros factores geográficos (Ortega, 1982; Celeiro, 2000).

El estadio actual se refiere a variaciones de mediano a corto período (que para las condiciones del trópico remiten a bases de datos de unos 30 años, según Trusov, 1967 y 1983) y considera tanto lo relativo al régimen natural del clima, como lo asociado con la contaminación y otros aspectos relativos al deterioro del sistema, que tienen su génesis en la actividad socioeconómica.

El estadio perspectivo supone una deducción de las características del clima del futuro, a partir de las primicias dadas en los aspectos precedentes o por modelación de situaciones, a partir de utilizar elementos reales (datos instrumentales) como soporte de los análisis para proyectarse hacia el futuro. Los pronósticos que hoy se realizan tienen un alto nivel de incertidumbre, pero en todas las variantes apuntan hacia disturbios climáticos significativos con consecuentes

afectaciones globales. Esas previsiones resultan altamente contradictorias por cuanto el hombre es su agente promotor, pero a su vez recibe los daños derivados. A pesar de las limitaciones referidas en esta vertiente de la investigación se puede reconocer un interés marcado, en virtud de que permite perfeccionar medidas de mitigación y ajustar disposiciones adaptativas.

Es incuestionable sin embargo, que una de las formas más notables de abordar la investigación climática con fines ambientales está en línea con sus esferas de aplicación ambiental, perspectiva desde la cual se pueden abarcar:

- Las características generales del clima, como genofondo del paisaje natural y la geoecología.
- Las potencialidades climáticas como condición o recurso natural para el desarrollo socioeconómico (energética, bioclimatología humana, agroclimatología, etc.).

- **Las características generales del clima**

Constituye la forma más clásica de valorar el clima con fines ambientales (y en general dentro de otras disciplinas), en tanto que se encuentra asociado a la propia diversidad geosistémica.

Dentro de la misma se puede reconocer y valorar la intervención de los diferentes elementos, cuyas acciones, vistas en lo individual tienden en algunos casos a un papel divergente de orden funcional. Por esa razón es pertinente en muchos casos atender a valoraciones sintéticas, donde sea reconocible la individualidad del elemento, pero en la conjunción funcional que posee en la propia naturaleza, o sea, en sus relaciones congruentes con los restantes elementos de clima y del ámbito natural. Al respecto un aporte sustantivo para la investigación cubana lo constituyó la obra de Díaz (1989), con una efectiva base de clasificación climática, que queda un tanto soslayada por la denominación tipológica utilizada.

En el ámbito de la investigación ambiental, donde los nexos recíprocos al interior del sistema tienen tanta fuerza, la vertiente sintética parece la más singular, pues elude los efectos dispares de uno u otro componente para remitir al impacto conjunto de los más efectivos. Al respecto otras bases de clasificación han mostrado también su efectividad (Barranco, 1989 y 1994, donde se presenta un acercamiento metódico al tema).

Esta percepción del clima apunta ventajas relativas, por la forma en que puede ser asumida, al poder prescindir del dato básico y su correspondiente tratamiento estadístico, y trabajando sobre materiales resultantes de investigaciones precedentes, en tanto de constituir un eslabón medio en la interpretación ambiental.

- **Las potencialidades climáticas como recurso.**

Constituye esta una de las direcciones investigativas de mayor significación dentro de la problemática ambiental, que precisamente tiene entre sus aspectos básicos el relativo a la optimización y racional manejo de los recursos.

Cuando Davitaya reveló los principios para la interpretación del clima como recurso, indudablemente se situaba en una posición trascendente para la mejor cognición de la naturaleza y sus procesos esenciales de intercambio de sustancias y energías. El tema comporta así mismo un valor medular dentro del medio ambiente.

Una vertiente básica del tema centra la atención en el hombre. Aún cuando el mismo posee un alto nivel para la adaptación a los diferentes climas y condiciones del tiempo, al margen de posiciones deterministas se debe reconocer que determinadas situaciones resultan más proclives al funcionamiento optimizado del organismo desde el punto de vista físico y síquico. Esta condición se puede lograr bajo parámetros cuantitativos determinados y de conjunto entre elementos fundamentales. La experimentación realizada revela el carácter esencial de la combinación temperatura - viento - humedad, que se han incorporado a diferentes formulaciones de cálculo (Academia de Ciencias de la URSS y Comité Geográfico Soviético, 1984).

Lo avanzado en la materia (tanto en la experimentación práctica como la investigación de gabinete) enfatiza las ventajas de la temperatura de 18 °C para el mejor funcionamiento del cuerpo humano, pero ello por supuesto centra las respuestas orgánicas en las latitudes medias. Las realizaciones cubanas estiman valores entre 21 y 24 °C (Vidallet, 1989; Barranco, 1989).

Todo ello se relaciona con un problema fundamental, el de la salud humana, en tanto que son claras las correspondencias con el clima y el tiempo, que comportan dos escalas diferentes de asociaciones (Durand- Dastes, 1972).

Las relaciones clima salud tienen muchas expresiones (Zamora, 1989), pero resulta como fundamental la situación proclive para muchos patógenos, por cuanto se reconoce una mayor actividad en ambientes con temperaturas entre 16 y 25 °C, lo cual hace particularmente vulnerables a los países tropicales. Pero ciertamente hay enfermedades vinculadas al calor, a la humedad, con el viento, etc. o con el complejo climático predominante.

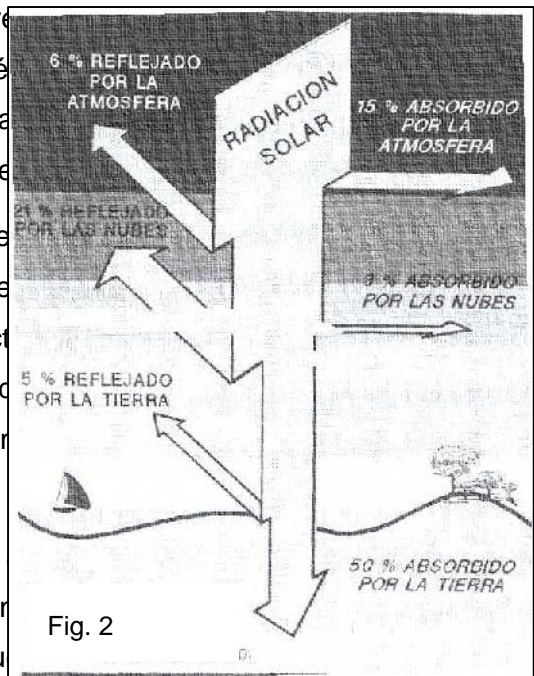
Por otra parte, en un sentido inverso, son también detectables argumentos fundamentados a la aplicación de la climatoprofilaxis y la climatoterapia, Tsarfis (1982); Santamarina (1973).

Uno de los más importantes referentes aplicados del clima se pueden establecer con la agricultura, actividad económica que en función de la tecnología ha tratado de eludir las fronteras naturales, pero la propia evolución ambiental que en muchos casos se han derivado de tales manipulaciones han vuelto a hacer patente el papel del medio físico y en especial el del clima. Entonces se hace más notable la ampliación de la frontera climática con la mejor selección de semillas y técnicas de cultivo.

Por otra parte, cuando se piensa en los compromisos que contemporáneamente representa y su significación en función del desarrollo, no cabe dudas que una de las vertientes más interesantes a abordar es la relativa a la energía. El clima puede aportar elementos valiosos al respecto, de una altísimo valor en virtud de su carácter renovable y bajo impacto.

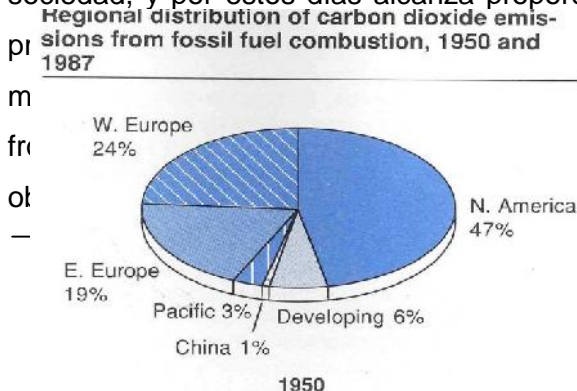
El viento, como alternativa de generación cuenta con alguna difusión en el ámbito rural, que puede y debe ser extendido. En algunas islas del Caribe, por las instalaciones creadas, representa una parte importante en la generación eléctrica. En Cuba recientemente se han introducido los parques eólicos, experiencia que se debe continuar extendiendo en las áreas con potencial climático.

En torno a la energética solar (a cuyo balance se refiere la Fig. 2), es que se centran las mayores expectativas, en lo fundamental para las regiones de alta latitud, donde la situación geográfica, es alta la disponibilidad energética. En las zonas de alta latitud la posibilidad de obtener energía equivalente por día es menor, lo cual es muy alentador para las áreas carentes de energía solar. Además de lo referido, con el manejo sostenible de los recursos, las asociaciones como las relativas a la selección de plantas, el diseño de asentamientos humanos, así como sobre las características de las viviendas; las medidas respecto a las necesidades de confort térmico más adecuados en ambientes exteriores, y por último, el uso de espacios más adecuados para fines de turismo y recreación.



No puede hablarse del clima desde una percepción estática, ya que este se ha venido produciendo secularmente.

Fig. 3 Regional distribution of carbon dioxide emissions from fossil fuel combustion, 1950 and 1987



Los recursos fósiles, de bosques, y en general las diversas actividades agrícolas y ganaderas, así como el sostenimiento de actividades industriales con base en combustibles fósiles, han tenido una impronta en los parámetros del clima.



---

regulares de composición de la atmósfera, incidente así mismo en la modificación del balance de radiación (Fig. 2).

De esta forma se ha acentuado el efecto invernadero, con una tendencia clara al incremento de las temperaturas entre otros disturbios climáticos. Igualmente sostenido ha resultado el adelgazamiento de la capa de ozono, el incremento de las deposiciones ácidas y las modificaciones fotoquímicas.

Uno de los aspectos más interesantes del problema de la contaminación atmosférica es que carecen de fronteras, así, aunque los procesos de emisión de contaminantes tienen bien delimitadas las áreas de mayor generación, en virtud de los propios procesos de circulación atmosférica hay un proceso de redistribución global de los contaminantes y de los efectos consecuentes.

Todo lo referido es de una altísima complejidad para su consecuente tratamiento dentro de la planificación del desarrollo, pero adquiere matices aún mayores cuando se ven en la escala local. Las especificidades que en materia de observación requiere la misma son mayores y más diversas las fuentes generadoras, por eso a los efectos de la ordenación de los espacios el análisis según lo recomendado por las normas técnicas (Barranco, 1994) resulta una vía pertinente para lograr un mejor funcionamiento espacial.

La contaminación tiene una fuerte incidencia en la economía, por la inhabilitación de áreas de cultivo, deterioro de zonas de pesca y bosques, por afectaciones al fondo habitacional y al patrimonio cultural, sin embargo, las secuelas más significativas se relacionan con la salud humana, pues se cuentan por miles las defunciones asociadas con eventos severos de contaminación, así como los procesos de enfermedad con dicha génesis.

Las reflexiones realizadas hacen ostensible que el clima visto desde una perspectiva geógrafo-ambiental ofrece un contexto amplio y diverso, propicio para el análisis transectorial de las actividades humanas y su manejo optimizado y sostenible. Esa visión holística es lo que permite afirmar en consecuencia que constituye una dirección clave e ineludible desde la cual abordar una orientación promisorio del desarrollo.

### IV.3. CONTAMINACION ATMOSFERICA

Dra. María Luisa González González

Se puede definir la contaminación del aire como la presencia en la atmósfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en cantidades tales y con tal duración que sean o puedan afectar la vida humana, de animales, de plantas o de materiales.

Un método para definir un contaminante del aire consiste, primero en especificar la composición del aire atmosférico seco, limpio o normal y luego clasificar todos los otros materiales presentes en la composición del aire atmosférico, como contaminantes, si su presencia daña a personas, plantas, animales o materiales.

**Tabla 1. Composición del aire limpio y seco, y peso total aproximado de los diversos constituyentes atmosféricos.**

Componentes principales	Concentración (porcentaje en volumen)	Peso total (millones de toneladas)
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	78.09	4 220 000 000
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20.95	1 290 000 000
Argón (Ar)	0.93	72 000 000
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.032	2 000 000
Componentes menores	0.0018	70 000
Neón (Ne)	0.00052	4 000
Helio (He)	0.00015	4 600
Metano (CH <sub>4</sub> )	0.0001	16 200
Criptón (Kr)	0.00005	190
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )	0.00002	1 700
Oxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	0.00001	540
Monóxido de carbono (CO)	0.000008	2 000
Xenón (Xe)	0.000002	190
Ozono (O <sub>3</sub> )	0.0000006	21
Amoníaco (NH <sub>3</sub> )	0.0000001	9
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.00000006	3
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	0.00000002	2
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	0.00000002	1

El aire contiene también, minúsculas gotas líquidas y partículas sólidas en suspensión, de diferente composición que constituyen un sistema disperso, llamado *aerosol*. La cantidad de estas partículas aéreas es muy pequeña comparada con la masa de aire. Por esta razón, los gases trazas y las partículas de aerosol tienen un nombre común: Componentes traza. Las partículas de aerosol controlan las propiedades ópticas del aire, la formación de nubes y las precipitaciones y junto con algunos gases, las radiaciones y el balance calórico del sistema Tierra- Atmósfera.

Una peculiaridad muy significativa de la atmósfera son los llamados procesos de auto limpieza que tienen lugar dentro del aire. Debido a estos procesos, aún aquellos componentes traza que

no tienen otros sumideros químicos o biológicos, son removidos relativamente rápidos del aire. Así estos mecanismos de remoción son de gran importancia para el control de las vías atmosféricas de algunos gases traza y partículas de aerosol.

*Tipos de contaminantes atmosféricos. Fuentes e importancia.*

### **Principales contaminantes:**

Monóxido de carbono

Oxidos de nitrógeno

Hidrocarburos

Oxidos de azufre

Material particulado

Las concentraciones de las sustancias traza en la atmósfera son muy variables en el espacio y el tiempo de residencia es solo de algunos años o semanas o aún menos. Las únicas excepciones son los gases nobles o raros, los cuales, con excepción del helio (He) y el radón (Rn), no tiene fuentes y sumideros de modo que no podemos hablar de ciclos atmosféricos en estos casos, por esta razón se consideran permanentes. De este modo, podemos definir el ciclo atmosférico de los gases traza, de la siguiente forma:

<b>Emisión</b>	-----	<b>Transformaciones</b>	-----	<b>Remoción</b>
<b>Fuentes naturales y antropogénicas</b>		<b>Procesos físicos y químicos</b>		<b>Sumideros</b>

Los ciclos de los gases atmosféricos involucran una gran variedad de procesos físicos y químicos. Los gases pueden ser producidos por exhalaciones volcánicas, actividades biológicas, procesos químicos dentro de la atmósfera, transformaciones radioactivas y actividades industriales y antropogénicas de todo tipo. Las escalas de tiempo involucradas en estos ciclos, expresado por el tiempo de residencia de los gases, varían desde horas y días hasta varios años.

#### *Monóxido de carbono*

El CO es el contaminante del aire más abundante y ampliamente distribuido, de los que se encuentran en la capa inferior de la atmósfera. Gas a todas las temperaturas superiores a su punto de ebullición – 192° C, es incoloro, inodoro e insípido. Presenta una densidad del 96.5 por ciento de la del aire, y no es apreciablemente soluble en agua. Es inflamable y arde con llama azul, pero mantiene la combustión.

- Fuentes del CO

Tanto las fuentes naturales como las antropogénicas contribuyen a los niveles atmosféricos del CO. Es bien conocida la presencia de este gas en los escapes de automóviles y otros efluentes, debida a una combustión pobre. En la atmósfera entra aproximadamente 10 veces más CO proceden de fuentes naturales que el debido a todas las actividades humanas.

- *Fuentes naturales del CO*

Oxidación atmosférica del metano debida a la putrefacción de la materia orgánica

---

## Degradación de la clorofila

Liberados desde el océano

- *Concentración y distribución del CO*

Debido a que el transporte es la fuente aislada más importante de CO contaminante, las zonas urbanas muy pobladas muestran mayores concentraciones ambientales de dicho gas. En zonas urbanas, la concentración del CO sigue un modelo diario regular, claramente relacionado con las actividades. Estas concentraciones diarias de CO se correlacionan bien con el volumen del tráfico: las correlaciones más altas y los mayores niveles de CO se encuentran en zonas de gran tráfico de vehículos.

### *Oxidos de nitrógeno*

Las fuentes antrópica y naturales de NO<sub>x</sub> atmosférico contribuyen de forma prácticamente equivalente a las expulsiones totales.

Antrópica: utilización de los combustibles fósiles y la quema de la biomasa.

Naturales: procesos microbianos en el suelo, las descargas eléctricas y el transporte desde la estratosfera.

Estos procesos (excepto el transporte desde la estratosfera), junto a la volatilización de NH<sub>3</sub> han sido señalados entre las vías básicas que introducen los compuestos de nitrógeno en la atmósfera tropical, pero destacándose que los procesos microbianos en los suelos tropicales transcurren más rápidamente que en las latitudes medias debido a la mayor humedad y temperatura imperante. La mayor contribución (cerca del 90%) proviene de los vehículos de motor y las instalaciones de producción de energía.

### *Hidrocarburos y oxidantes fotoquímicos*

Los hidrocarburos son contaminantes primarios pues son introducidos directamente en el aire.

Los oxidantes fotoquímicos son contaminantes secundarios que se originan en la atmósfera a partir de reacciones que implican a contaminantes primarios.

#### Hidrocarburos

Contienen sólo los elementos hidrógeno y carbono, se encuentran en los tres estados físicos (gas, líquido y sólido) a temperatura ambiental.

Los hidrocarburos más importantes en la contaminación atmosférica son los que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiental normal

#### *Fuentes de hidrocarburos*

La mayor parte de hidrocarburos entran en la atmósfera procedentes de fuentes naturales,. El metano (CH<sub>4</sub>), el hidrocarburo más simple, se libera en la atmósfera en cantidades mayores que cualquier otro. Las cantidades más copiosas se generan en pantanos, marismas y otras de agua. Las plantas, en particular los árboles, también son fuentes naturales de hidrocarburos en la atmósfera. Las emisiones antropogénicas mundiales de hidrocarburos se han estimados en 88 millones de toneladas anuales. Gran parte de esta cantidad procede de actividades que implican al petróleo, que es una compleja mezcla de

hidrocarburos. Las actividades típicas en esta categoría son el refino y el transporte del petróleo, así como la combustión de los productos resultantes.

### *Azufre*

Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), efectos al unirse a otros contaminantes (efectos sobre la salud, vegetación, corrosión, etc.); el segundo está vinculado al papel que desempeñan los aerosoles troposféricos antrópicos de sulfatos enmascarando el calentamiento global provocado por el incremento del efecto invernadero y el tercero es el referente a los daños sobre los ecosistemas, suelos, aguas, etc., provocados por la deposición de azufre.

### *Óxidos de azufre:*

El óxido de azufre que se emite hacia la atmósfera en mayores cantidades es el dióxido de azufre, SO<sub>2</sub>. Lo acompaña por lo común una pequeña cantidad de trióxido, SO<sub>3</sub>, pero en general en un porcentaje que no rebasa el 1 o el 2 por ciento del SO<sub>2</sub>. En conjunto, ambos óxidos se designan como SO<sub>x</sub>.

La fuente del H<sub>2</sub>S atmosférico es la descomposición de la materia orgánica. Los pantanos y lodazales de marea son particularmente productivos. La actividad volcánica genera cierta cantidad de H<sub>2</sub>S, pero a escala mundial es despreciable si se compara con los procesos de descomposición biológica.

Una pequeña cantidad de H<sub>2</sub>S, 3 millones de toneladas, entra en la atmósfera como resultado de las operaciones industriales.

Las emisiones antropogénicas de óxidos de azufre proceden primariamente de la combustión del carbón. La combustión del fuel oil y la fundición de minerales sulfurados también contribuyen de manera significativa, aunque reducida, al SO<sub>2</sub> de la atmósfera.

### *Dióxido de azufre*

La combustión de combustibles fósiles provoca la emisión de grandes cantidades de óxidos de azufre (principalmente SO<sub>2</sub>) que posteriormente en la atmósfera participan en reacciones químicas. El SO<sub>2</sub> natural se origina a partir de compuestos reducidos de azufre mediante la oxidación atmosférica. A escala global predominan las emisiones antrópicas con cerca del 98% del total de las emisiones.

### *Sulfatos en el aire (aerosoles)*

Entre los aerosoles antrópicos de mayor tiempo de vida atmosférica se encuentran los sulfatos formados a partir del SO<sub>2</sub>. Estos constituyen partículas pequeñas, en buena medida compuestas de ácido sulfúrico y agua y, aunque son más abundantes en las cercanías de las regiones industrializadas, pueden dispersarse a grandes distancias de las fuentes, antes de que sean removidos por precipitación o deposición seca. Debido al efecto de las fuentes industriales, los aerosoles están presentes en el Hemisferio Norte en mayor cantidad que en el Sur y su mayor posibilidad de dispersión atmosférica y tiempo de vida está dado por el hecho de que su transporte ocurre en una capa que tiene el doble de altura (hasta 5-6 km. de la superficie) que para el SO<sub>2</sub>. Además de los aerosoles de origen antrópico, para este compuesto adquieren también especial relevancia las contribuciones del aerosol marino y la descomposición de la biomasa natural.

---

### *Emisiones de azufre a la atmósfera*

Las emisiones de contaminantes antrópicos se obtienen tanto por medio de mediciones y observaciones directas en las fuentes, como por vías indirectas a partir de datos relativos al consumo y composición del combustible, explotación del transporte, generación eléctrica, producciones de la industria, etc.

### *Destino de los SO<sub>x</sub> atmosféricos*

Eventualmente, una gran parte del SO<sub>2</sub> atmosférico se oxida hasta SO<sub>3</sub>, que reacciona luego con el vapor de agua para formar ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Este reacciona con otras sustancias disponibles hasta proporcionar sulfatos. Por ejemplo, el sulfato de amonio, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, procede de la reacción entre el ácido y el amoníaco. Los sulfatos abandonan finalmente la atmósfera o son lavados por la lluvia.

### *Partículas*

Diminutas partículas sólidas y pequeñas gotas de líquidos, denominadas en conjunto partículas, también se hallan presentes en el aire en gran número, y en ocasiones constituyen un grave problema de contaminación.

La contaminación del aire por partículas necesita serias atenciones por diversos motivos:

- Muchas partículas penetran en el sistema respiratorio con mayor efectividad que los contaminantes gaseosos.
- Algunas partículas se comportan sinérgicamente y aumentan los efectos tóxicos de otros contaminantes.
- La contaminación por partículas aumenta la turbidez atmosférica y reduce la visibilidad.
- En la atmósfera se forman partículas a partir de algunos contaminantes gaseosos.

### *Fuentes de partículas*

Las partículas se forman de dos maneras:

Subdivisiones o roturas de fragmentos mayores de materias, y

Aglomeración o reunión de fragmentos pequeños incluyendo moléculas.

El proceso de subdivisión es responsable de la formación de aerosoles de sal marina, la partícula atmosférica que se presenta en mayor cantidad.

### *Otros procesos naturales*

- arrastre del polvo por el viento,
- la actividad volcánica y
- los incendios forestales.

Las partículas puestas en la atmósfera por esta vía se denominan primaria, ya sea que procedan de fuentes naturales o antropogénicas.

La principal fuente de contaminación antropogénica por partículas en la producción de aerosoles secundarios a partir de contaminantes gaseosos primarios. Estos procesos, en conjunto, constituyen la fuente principal de partículas atmosféricas. Tales reacciones, que hacen entrar en juego a  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_x$ , y  $\text{NH}_3$  contribuyen a la producción anual de toneladas de partículas.

*Composición química de las partículas.*

La composición química de los contaminantes en partículas varía mucho. Prácticamente, cualquier elemento o compuesto inorgánico, así como muchas sustancias orgánicas, pueden hallarse en forma de partículas si se muestran volúmenes de aire lo bastante grandes y se utilizan métodos analíticos suficientemente sensibles. La composición real depende mucho del origen de las partículas. Las partículas de polvo y de suelo contienen primariamente compuestos de calcio, aluminio y silicio, comunes en suelos y minerales. El humo procedente de la combustión del carbón, petróleo, madera y basuras contienen muchos compuestos orgánicos. Estos últimos también se hallan en los polvos insecticidas, así como en algunos productos liberados a partir de la fabricación de alimentos y la industria química. Partículas secundarias, que se forman en la atmósfera a partir de constituyentes inorgánicos, son con frecuencia sales inorgánicas de amoníaco, sulfatos o nitratos.

Como es conocido, para la vigilancia de la contaminación general del aire (niveles de fondo) opera el Sistema de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial. Creado en 1989, agrupó actividades que venían ejecutándose desde los años 50, primero en el marco del Sistema Mundial de Observación del Ozono (GO30S) y posteriormente en la Red de Control de la Contaminación General Atmosférica (BAPMoN) y otras redes menores de medición. Este sistema ha permitido detectar los principales problemas de la atmósfera global que son motivo de atención y preocupación internacional en nuestros días.

Entre las tareas principales de tales sistemas de vigilancia se encuentra la de posibilitar que se distingan los niveles de fondo de la contaminación (y su variabilidad natural) de los cambios en la composición del aire atmosférico inducidos por las actividades humanas.

**Extensión aproximada en espacio y tiempo de diferentes tipos de problemas de la contaminación del aire.**

<b>Escala horizontal</b>	<b>Escala vertical</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Local</b> < de 10 Km < 100 m < 1 hora Ej. escape de los autos		
<b>Mesoescala</b> Ej. penachos urbanos	10-100 Km < 1 Km < 10 horas	
<b>Regional</b> Ej. Lluvia ácida Accidente Chernobil	100-1000 Km < 2 Km	1-5 días
<b>Global</b> > 1000 Km Ej. La capa de ozono	Toda la	> 1 año atmósfera

---

 Gases de efecto invernadero
 

---

- **Evaluación de la calidad del aire**

Por otra parte, el tiempo de vida atmosférica de cada especie química condiciona la importancia que estas adquieren para los diferentes niveles de contaminación y las repercusiones que pueden esperarse de sus concentraciones a nivel local, regional o global. Este aspecto resulta también fundamental para la organización de los sistemas de monitoreo. Especies contaminantes de larga vida adquieren manifestación mundial y su comportamiento puede seguirse mediante las observaciones de unas pocas estaciones de monitoreo distribuidas en el globo. Las especies de vida media, alcanzan menor manifestación espacio-temporal por lo que su importancia se asocia más con las repercusiones regionales sin tener trascendencia de carácter global. Para el seguimiento de este problema se requiere de un mayor número de estaciones de monitoreo que permitan cubrir adecuadamente las diferentes regiones del planeta. Un análisis similar podría citarse para las especies de vida corta y el nivel local (impacto) de contaminación.

Entre los principales problemas actuales del nivel regional de contaminación del aire

- la acidificación del aire y la lluvia,
- el aumento de la concentración de oxidantes en el aire superficial (especialmente ozono),
- la deposición de sustancias tóxicas, y
- los procesos de difusión y transporte de contaminantes a medias y grandes.

***En relación con los problemas globales***

- cambios térmicos: debido al incremento del efecto invernadero en pugna con el efecto contrario (enfriamiento) que se considera producen los aerosoles atmosféricos especialmente los sulfatos,
- agotamiento de la capa de ozono: cambios en la capacidad oxidante de la atmósfera,
- difusión y transporte de contaminantes a grandes distancias y su intercambio entre hemisferios.

*Manejo de la calidad del aire.*

Algunos tópicos importantes y básicos requeridos para el manejo de la calidad del aire, así como las orientaciones a seguir para realizar estudios relacionados con la contaminación atmosférica en una ciudad, región o zona industrial se resumen a continuación:

**Emisiones + Condiciones meteorológicas** → **Contaminación + Controles del Aire** → **Aire limpio**

*Emisiones:* El desarrollo del inventario de emisiones, continuamente actualizado, es una de las tareas más importantes en los programas de manejo de la calidad del aire. Las opciones de control pueden estar orientada a la reducción de las emisiones, antes de tomar cualquier decisión.

*Condiciones meteorológicas:* Las condiciones meteorológicas locales determinan el tiempo que puede sufrir una ciudad niveles críticos de contaminación. La meteorología local debe ser medida



por técnicas y métodos que permitan capturar los importantes procesos que regulan la dispersión de los contaminantes.

*Contaminación del Aire:* La contaminación atmosférica puede ser descrita por la aplicación balanceada del monitoreo de contaminantes y la aplicación de modelos de dispersión (incluyendo modelos fotoquímicos).

*Opciones de Control:* Un extenso rango de opciones de control pueden ser considerados, test (relativos a la reducción de los efectos adversos de la contaminación) y diferentes evaluaciones alternativas (costo- beneficio del análisis) para su aplicación. Existen opciones de control que requieren un pequeño costo para las aplicaciones, y deben ser introducidas siempre al comienzo de los programas de calidad del aire

La contaminación del aire varía en dependencia del lugar y por eso es necesario tomar decisiones sobre la prioridad de cuales contaminantes son más importante controlar, cuales son los impactos que pueden producir y conocer también cuales podemos encontrar en la atmósfera.

En orden de evaluar si la calidad del aire es buena o mala, especialmente para un país (región/ciudad) es necesario tener definido los valores standard o las concentraciones máximas admisibles. La WHO ha desarrollado valores para diferentes sustancias, basados en estudios de sus impactos sobre la salud humana.

- **Estaciones de monitoreo y técnicas.**

En las ciudades existen estaciones de monitoreo esparcidas por rejillas regulando entre 4-5 contaminantes, lo cual permite producir isolíneas de concentraciones y detectar los puntos de máximas concentraciones. Esto es apropiado para el conocimiento de situaciones presentes, pero tomando varios años, el costo-beneficio puede ser bajo, además de requerir necesita mucha dedicación.

Después de 20 años de experiencia, Schulze (1993) recomienda para acometer las tareas de la calidad del aire más esfuerzo hacia los inventarios de emisiones, modelación e implementación de sistemas de emisiones. La GEMS/AIR Methodology Review publicada por UNEP/WHO (1994 a) coloca la definición de los objetivos del monitoreo, como primer punto en el aseguramiento de los planes de calidad del aire.

*La calidad del aire en las estaciones de monitoreo está basada en cuatro métodos:*

- Muestradores pasivos (no bombas; ej. tubos pasivos)
- Muestradores activos (bombas de vacío, ej. High vol o muestradores de bajo volumen de partículas, absorbedores)
- Monitoreo automático (denominado también sensores automáticos convencionales)
- Sensores Remotos

*Objetivos:*

Los siguientes objetivos son comúnmente utilizados como base para el diseño de una red de estaciones monitoreo:

- Para regulaciones de control (red de monitoreo): Monitoreo de contaminantes regulados (exceden el 75% de los valores estándar locales), donde los niveles son medidos o estimados.

- 
- Para determinar condiciones presentes y tendencias (monitoreo exploratorio) Tres condiciones deberán justificar este objetivo:
    - Los datos históricos de la calidad del aire muestran que es necesario hacer un monitoreo de diagnostico.
    - Aun si los niveles están por debajo del standard nacional, esto es de interés para verificar los niveles actuales y las futuras tendencias de ciertos contaminantes regulados.
    - Cuando no existen los estándar nacional, se sugiere las guías internacionales para que el contaminante pueda ser regulado en el futuro.
      - Identificación de fuentes contaminantes:

Este es también un monitoreo exploratorio, pero las mediciones pueden ser de mas corta en duración y deberán ser dirigidas hacia las sustancias claves que puedan ser trazada para una fuente especifica o un grupo de fuentes.

- Evaluación de modelo de dispersión:

Los modelos deberán ser empleados para simular los efectos de diferentes estrategias, para uso de la tierra y opciones para el control de emisión (también llamado escenario de modelación). Antes de utilizar un modelo para este propósito, los resultados del modelo de la situación diaria deberá ser evaluado nuevamente con valores reales del monitoreo. También este tipo de monitoreo deberá ser de más corta duración.

---

#### IV.4. SUELOS – MEDIO AMBIENTE

Jorge Angel Luis Machín

- **Los suelos en los estudios medioambientales**

Cada vez más la problemática de la pérdida de fertilidad en los suelos o la pérdida del suelo mismo, cobra mayor importancia en el mundo y aun así continúa agravándose esta situación en la medida en que la agricultura no tiene en cuenta su doble papel como actividad directamente dependiente de la fertilidad de los suelos y como principal causante de su agotamiento y deterioro.

El hombre es cada vez más capaz de afectar sus cualidades agroproductivas y sin embargo, el estudio y la valoración de sus propiedades naturales y productivas como recurso y el conocimiento y control de las limitantes que afectan la fertilidad, aun no se tienen lo suficientemente en cuenta para un uso sostenible del recurso suelo y para cualquier análisis ambiental donde esté implicado este.

- **Relaciones de tipo suelos - medio ambiente y principales indicadores para el análisis ambiental:**

Los contenidos de nutrientes activos y de materia orgánica, como propiedades naturales de la fertilidad de los suelos, son indicadores ineludibles para el análisis de las interrelaciones suelo - medio ambiente.

Sobre la base de experiencias obtenidas, se recomienda evaluar el contenido de tales nutrientes y de la materia orgánica, respecto a la fertilidad que propician; las categorías determinadas en cada caso definirán en términos cualitativos, la mayor o menor disposición potencial de las unidades de suelo, para los diferentes tipos de uso y manejo.

En cuanto a las propiedades físicas de los suelos y su valoración con respecto a la fertilidad, es bueno mencionar a la textura y a la estructura, que precisamente propician niveles óptimos de asimilación de nutrientes y por otro lado pueden condicionar o no la aparición o aceleración de procesos degradantes como la erosión, la salinización, etc.

Tales indicadores permiten agrupar y clasificar los tipos de suelos, según las propiedades naturales que poseen, como condición fundamental para su calidad agroproductiva.

El estudio de la fertilidad de los suelos permite acotar áreas de mayor o menor productividad para diferentes cultivos y así mismo para otros tipos uso, por lo que facilita un adecuado ordenamiento del territorio según las potencialidades edáficas.

Dada la estrecha relación que existe entre las características de los suelos y su mejor uso y protección, resulta imprescindible, además del análisis puramente de fertilidad, el análisis del grado de favorabilidad que presentan para la ocurrencia de procesos degradantes, sobre todo los denudativos, que son los más extendidos y de mayor repercusión ambiental.

Se pueden relacionar por tanto, como principales indicadores de los suelos en cuanto a su interrelación con los demás componentes del medio ambiente:

- contenido de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio asimilables)

- contenido de materia orgánica
- profundidad pedológica
- textura
- estructura
- limitantes físicas (pedregosidad, rocosidad, graviliosidad, etc.)
- porosidad
- profundidad del manto freático

Y como procesos negativos que inciden en la fertilidad de los suelos:

- Erosión
- Salinización
- Lavado
- Mal drenaje
- Compactación
- Contaminación
- Acidez

Hay que destacar que existen muchos otros indicadores pedológicos que pueden indistintamente jugar un papel importante a nivel local e incluso regional (suelos congelados, etc.), pero para el caso de Cuba y en general para regiones intertropicales, los aquí relacionados suelen ser los de mayor significación.

- **Relaciones negativas entre los elementos del medio ambiente y los suelos:**

Los suelos se ven afectados históricamente por muy disímiles causas, que aunque poseen una fuerte componente antrópica, estarán condicionadas siempre, en mayor o menor medida por sus peculiaridades físico-geográficas.

<b>Elemento interactuante:</b>	<b>Principales relaciones negativas:</b>
<b>relieve</b>	Aceleración de la erosión, empantanamiento
<b>atmósfera</b>	Inundaciones, aridez
<b>agua</b>	Inundaciones, aridez
<b>fauna</b>	No apreciable
<b>vegetación</b>	Aceleración de la erosión (por escasez o ausencia)
<b>agricultura</b>	Erosión, lavado, salinización
<b>forestales</b>	Erosión (por deforestación)
<b>manejo del agua</b>	Sedimentación, erosión, lavado, salinización, mal drenaje
<b>industria</b>	Contaminación por residuos químicos
<b>transporte</b>	Contaminación por hidrocarburos
<b>recreación</b>	Cubrimiento de suelos fértiles
<b>asentamientos</b>	Cubrimiento de suelos fértiles

---

Entre los procesos degradantes o dañinos, de mayor importancia para el análisis ambiental, podemos citar:

**La salinización:**

En su manifestación influyen un sinnúmero de causas que van desde el condicionamiento natural del propio suelo, hasta el mal manejo hídrico, las penetraciones del mar, la subsidencia del terreno, etc. y se expresa como afectación al medio fundamentalmente mediante daños al uso agrícola y a la vegetación en general. Resulta uno de los procesos dañinos más complicados, por su carácter irreversible de forma natural, su difícil recuperación mediante tratamiento (precisa de costosas técnicas para la recuperación de los territorios afectados) y por las marcadas y rápidas consecuencias que acarrea a la productividad de los suelos.

En el caso de Cuba existen alrededor de 2 millones de hectáreas con problemas de salinidad en los suelos y se ha detectado un proceso de incremento del fenómeno, que a su vez tiene la particularidad de favorecer los procesos de desertificación.

**La erosión:**

Resulta la principal causa de pérdida definitiva del recurso suelo, que requiere de cientos y miles de años para su formación o estado de madurez.

Los valores de pérdida de la capa arable o del horizonte A en el perfil del suelo y la consecuente disminución de los espesores, son dos de las principales manifestaciones que inciden directamente sobre actividades como la agricultura, con rápidas pérdidas de la agroproductividad.

Constituye un poderoso factor condicionante de los procesos de desertificación, lo que unido a su relación directa con la deforestación, le confieren importantes implicaciones en la transformación del medio ambiente, la pérdida de ecosistemas, los aportes de sedimentos, etc.

**La acidez:**

Pese a que este indicador depende en gran medida de la componente natural, el pH en los suelos es alterado por diferentes procesos de origen antrópico.

En primer lugar presenta una estrecha relación con otros procesos degradantes como la erosión y el lavado de los suelos, ya que las partículas y minerales asociadas a un pH más ácido, tienden a ser removidas y transportadas mucho más fácilmente que las partículas asociadas a las características de alcalinidad. Esto sucede sobre todo en determinados tipos de suelos como los Ferralítico cuarcíticos amarillo lixiviados, los Ferralítico cuarcíticos amarillo - rojizos lixiviados y los Pardos grisáceos.

Otros factores antrópicos tienen además un significativo peso en este proceso de acidez, entre los que sobresalen:

- las deposiciones ácidas producto de lluvias ácidas, polvo o aerosoles, provenientes de procesos industriales dentro y fuera del territorio nacional;
- producto del uso de fertilizantes como los nitrogenados y sustancias químicas varias utilizadas en la agricultura (plaguicidas, herbicidas, etc.);
- el mal manejo hídrico, que en el caso de Cuba tiende a crear una alcalinización de los suelos, debido al alto contenido de calcio y magnesio de las aguas disponibles.

La acidez resulta también un factor limitante para la fertilidad de los suelos y por tanto para su agroproductividad. En Cuba existen alrededor de 2,79 millones de hectáreas con este problema, incluyendo unas 500 mil ha con procesos de acidez no permanente.

**Agotamiento de la fertilidad:**

Este indicador abarca una gran variedad de procesos, incluyendo los tres últimos relacionados, pero tiene la ventaja de generalizar las implicaciones de los procesos dañinos en los suelos, además de que permite incluir otros efectos negativos como el lavado o lixiviación, la compactación, la contaminación de cualquier tipo que se produzca en los suelos o incluso los problemas de cubrimiento de los suelos por asentamientos, viales, infraestructura o espejos de agua.

En cuanto al contenido de nutrientes, los de mayor peso en procesos de agotamiento de la fertilidad resultan: el nitrógeno, el fósforo y el potasio asimilables (NPK) y el contenido de materia orgánica.

El agotamiento de la fertilidad como indicador denota la relación que se establece entre los tres factores que pueden llegar a tener implicaciones directas o indirectas sobre incluso los cambios globales, o sea: el condicionamiento natural, la degradación de origen antrópico y su utilización como recurso imprescindible para la agricultura y para la supervivencia misma del ser humano.

**Mal drenaje:**

Resulta un indicador muy vinculado a la aptitud funcional del potencial natural del paisaje, ya que desde el punto de vista físico - geográfico, existen elementos como la textura, la estructura, la porosidad, la permeabilidad, el substrato litológico, el grado de inclinación de la pendiente, la profundidad del manto freático, etc., que condicionan la tendencia natural al mal drenaje en algunos suelos.

Si a esto sumamos un manejo hídrico inadecuado de los suelos con tendencias al mal drenaje; se intensifica la problemática, se expanden las zonas afectadas o incluso surgen otras que anteriormente se hallaban en un estado de equilibrio dinámico capaz de minimizar los efectos de una excesiva gleyzación, un encharcamiento de los suelos, etc.

**Agroproductividad:**

Constituye un índice evaluativo que permite conocer la productividad agrícola de cada tipo de suelo por unidad de área. Específicamente da la posibilidad de englobar en él a otros procesos dañinos que evidencian el condicionamiento natural de los suelos y el grado de conflicto entre su aptitud y el uso actual que presentan en cada sector de análisis.

**Profundidad de los suelos:**

Es un indicador cuantitativo que expresa fielmente, mediante mediciones periódicas, cuáles son los territorios que presentan pérdidas significativas en los espesores de suelos y fundamentalmente en el llamado horizonte agrícola (A).

**Vulnerabilidad ante la erosión:**

Expresa el grado de favorabilidad que presenta una unidad de suelo, para la remoción y el arrastre de partículas. A partir del análisis pormenorizado de diversos elementos pedológicos,

geomorfológicos, de cobertura y climáticos fundamentalmente, se aprecia un mayor o menor condicionamiento para el desarrollo de los procesos erosivos.

**Limitantes físicas:**

Existen limitaciones desde el punto de vista físico en los suelos, que conllevan a su inhabilitación para diferentes usos, sobre todo desde el punto de vista agrícola, como pueden ser la rocosidad, la pedregosidad, la graviliosidad, la compactación, duripanes, etc.

**EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA PARA EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE UN TERRITORIO:**

Se deben tomar en consideración tanto las características propias de los suelos como las de los elementos interactuantes.

Existen limitantes como la salinidad que poseen un mayor peso en el análisis evaluativo ya que constituyen impedimentos capaces de invalidar las tierras para una gran cantidad de cultivos y por otro lado resulta costosa o poco viable la reversibilidad del proceso.

Así por ejemplo la rocosidad como limitante agrícola generalmente aparece en lugares donde los suelos se desarrollan en depresiones y grietas, considerándose como poco evolucionados, poco factibles o nada, para el uso agrícola.

Resulta interesante destacar que los estudios de suelos para zonas llanas y montañosas difieren notablemente, ya que además de las notables desigualdades en cuanto a su uso y protección, es necesario emplear otro orden jerárquico de los factores que intervienen en el análisis evaluativo según el significado para cada caso y su grado de manifestación.

La evaluación debe definir a cada una de las unidades de suelo dentro de una categoría específica, referida a la actividad agrícola, que las identifique como desfavorables, medianamente favorables y favorables según el caso. Se pueden considerar sin embargo desfavorables aquellos suelos que aunque posean buena fertilidad, presentan serios riesgos de rápida degradación, como vulnerabilidad ante la erosión, poca profundidad, pendiente pronunciada, clima lluvioso, frecuente inundabilidad, etc.

Es bueno tener en cuenta también que por lo general las áreas catalogadas como desfavorables pueden tener otros valores agrológicos (forestal por ejemplo), o no agrológicos (proteccionista, turístico, etc.).

Se puede recurrir además a los análisis multivariados donde los suelos desempeñen un papel protagónico, como en las evaluaciones edafogeomorfológicas (L. González et al, 1994).

La confrontación espacial de mapas de suelos con otros datos asociados, constituye una de las vías para conocer, prevenir y planificar el uso sostenible de los suelos, además de permitir la determinación de diferentes grados de favorabilidad respecto a la actividad agrícola.

Así mismo, a la hora de proyectar la optimización espacial del territorio, las categorías determinadas pueden definir rápidamente áreas recomendables para el uso agrícola, que no requieren de grandes mejoramientos; áreas poco recomendables para el uso agrícola,

que requieren de importantes mejoramientos y áreas donde resulta impracticable o poco factible la actividad agrícola.



---

## **LA INTERRELACIÓN DEL AGUA Y SU MANEJO CON EL MEDIO AMBIENTE EN EL ANÁLISIS AMBIENTAL.**

### **Marisela Quintana Orovio**

Dentro del contexto del sistema de medio ambiente el recurso *agua*, se ubica dentro del subsistema natural, y el *manejo del agua* dentro del económico, es por ello que el estudio del recurso ocupa un importante papel en el análisis ambiental, pues su estudio y caracterización en el medio ambiente tiene en cuenta diferentes procesos que se producen entre los diferentes subsistemas.

Desde el punto de vista ambiental se define al manejo del agua como el conjunto de: condiciones, usos, calidad del agua, fuentes y factores de estrés, medidas de corrección y saneamiento, optimización y su influencia e interrelación con el medio ambiente. (Quintana, 1991).

Entre algunos de los indicadores que encierran en sí los elementos a considerar para el análisis del elemento manejo del agua y su interacción con el medio ambiente, los mismos, Quintana 1991, señala:

1. Condiciones para el manejo del agua
2. Uso del agua
3. Calidad del agua
4. Descarga de residuales biodegradables y sus afectaciones
5. Medidas de solución a las fuentes de emisión de residuales
6. Areas que demandan manejo de agua especial
7. Interrelación agua- asentamientos

### **INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas se ha desarrollado a escala mundial un fuerte plan de acción a favor del agua, a partir de nuevas alternativas encaminadas a su equilibrio cuali- cuantitativo y distribución equitativa. Un ejemplo de ello fue el Decenio Internacional, que ha llegado hasta nuestro días con nuevas posibilidades para el uso, donde la reutilización o reciclaje, la potabilización del agua del mar, así como las soluciones a la mitigación de su deterioro, aparecen con la fuerza que demanda un problema vital.

La Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA), que tuvo lugar en Dublín, Irlanda, en 1992 -hasta el presente la más importante de las celebradas después de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua en 1977-, centró la atención a la gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos en forma compatible con la conservación del medio ambiente y el concepto de sostenibilidad, donde además se reconoce la interrelación con otros recursos naturales.

### **Agua - medio ambiente**

Son diversas las alteraciones ambientales de este recurso, de las que no está exenta Cuba, donde para llegar a la meta del desarrollo sostenible del recurso agua, obliga a transitar con racionalidad y equilibrio en su manejo.

Dentro del contexto del sistema de medio ambiente el recurso agua, se ubica dentro del subsistema natural, y el manejo del agua dentro del económico, es por ello que el estudio del recurso y su gestión ocupa un importante papel dentro del análisis ambiental, pues su estudio y caracterización en el medio ambiente tiene en cuenta diferentes procesos que se producen entre los diferentes subsistemas.

### **Tratamiento del recurso agua a nivel nacional**

Dentro de los cinco principales problemas ambientales del país que se señalan en la Estrategia Ambiental Nacional (EAN 1997), esta la **Contaminación de las aguas interiores y marinas** (ríos, cuencas subterráneas, embalses y mar), donde se analiza que "La contaminación que se produce en nuestras aguas interiores y costeras constituye una problemática que se ha ido agravando durante los últimos años, en lo que ha incidido, de manera especial el estado deficiente de las redes de alcantarillado y su carácter parcial en la mayoría de los casos, el estado crítico de las plantas de tratamiento que provoca que permanezcan paradas una gran parte del año, el inoperante funcionamiento depurador de un elevado porcentaje de las lagunas de estabilización debido a la falta de mantenimiento, agravado déficit de cobertura de tratamiento de residuales en el país y serios problemas en la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento, decrecimiento del aprovechamiento y reuso de los residuales líquidos de la actividad agroalimentaria e industrial, y la contracción de los programas de control y monitoreo de la calidad de las aguas por falta de recursos materiales y disponibilidad financiera".

### **Manejo del agua-medio ambiente**

Desde el punto de vista ambiental se define al manejo del agua como el conjunto de condiciones, usos, calidad del agua, fuentes y factores de estrés, medidas de corrección y saneamiento, optimización y su influencia, e interrelación con el medio ambiente. (Quintana, 1991).

En los últimos 30 años (décadas del 70 y 80), se construyen gran cantidad de embalses en todo el país, lo que provoca la disminución del caudal de agua dulce que llega al mar, y en algunos casos no tuvieron la utilización para lo cual fueron planificadas. Por otro lado se aumento el volumen de agua tanto para la agricultura como para la población y la industria.

En 1989 en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba (NANC), se refleja el tema del Manejo del Agua-Medio Ambiente, tratado a través de 7 indicadores que encierran en sí los elementos a considerar para el análisis del elemento manejo del agua y su interacción con el medio ambiente, que son:

1. Condiciones para el manejo del agua
2. Uso del agua
3. Calidad del agua
4. Descarga de residuales biodegradables y sus afectaciones
5. Medidas de solución a las fuentes de emisión de residuales

6. Areas que demandan manejo de agua especial

7. Interrelación agua- asentamientos

Aspectos que fueron tratados por la autora en 1994, y del que tratamos actualmente los 5 primeros.

### **1.- Condiciones para el manejo del agua**

Según Quintana, 1989, para evaluar las condiciones para el manejo del agua se toma como unidad de análisis las cuencas fluviales, ya que las mismas constituyen unidades naturales de intercambio de sustancia y energía. En este análisis se considera el tipo de limitantes, el grado de modificación y la eficiencia ecológica en la regulación de la cuenca. En el primer caso, las cuencas son evaluadas por el método de superposición y se estudian elementos físico geográficos tales como: la disponibilidad de agua subterránea, la salinización de acuíferos, las posibles áreas de inundación y la gleyzación de los suelos. De esta combinación de elementos se determina los tipos de limitantes.

### **2.- Uso del agua**

El uso del agua está determinado por su destino principal, siendo los fundamentales: industrial, agropecuario, doméstico, energético y de recarga al manto.

Para el caso del agua subterránea es de resaltar la preferencia que tiene para los diferentes usos y fundamentalmente para el abasto a la población.

### **3.- Calidad del agua**

Desde el punto de vista medioambiental la calidad del agua debe ser un parámetro constante de análisis de acuerdo con su uso. La contaminación es analizada en las aguas subterráneas y las superficiales.

El agua indudablemente es uno de los medios más rápido y eficaces de transmisión de diferentes enfermedades, su inadecuado tratamiento y uso puede provocar afectaciones irreversibles en los seres humanos.

La contaminación o degradación de la calidad de las aguas subterráneas suele deberse: González Arturo (1998) a:

- el incremento en la práctica de disposición de efluentes domésticos o industriales en el terreno, al resultar esto una práctica más barata que otras posibles soluciones de tratamiento;
- al uso indiscriminado de fertilizantes y productos químicos en general en la agricultura, donde se incluye además su almacenamiento incorrecto;
- a la sobreexplotación de los recursos y reservas hídricas naturales, en particular en las cuencas litorales, donde se presenta la *intrusión salina*, o;
- a “accidentes” ocurridos sobre el terreno (o en las propias captaciones de aguas subterráneas) que permiten la entrada de sustancias tóxicas o letales, grasas, hidrocarburos en general, y otras sustancias contaminantes, al *manto subterráneo*.

Además señala González Arturo (1998) „que las aguas subterráneas no son fácilmente contaminables, pues casi siempre este proceso es relativamente lento, aunque muchas veces es muy persistente. Una vez contaminadas, el proceso de descontaminación de las aguas subterráneas resulta prácticamente irreversible (salvo en casos muy especiales) y de hecho muy costoso, aun cuando se lograra eliminar totalmente las causas que originan dicha contaminación.

#### **4.- Descarga de residuales biodegradables y sus afectaciones**

El origen de las afectaciones puede estar dado por factores tales como;

- vertimiento de desechos sin tratamiento o mal tratados,
- por negligencia en el uso de elementos nocivos al medio,
- incremento acelerado de nuevas construcciones,
- crecimiento y desarrollo de las ciudades
- la no planificación en el uso de los recursos, entre otros.

Todos estos factores en su forma más amplia van encaminados al detrimento de la calidad ambiental, tanto en el área donde están ubicados los focos contaminantes como dentro del área de influencia, afectando a recursos vulnerables, cualitativa como cuantitativamente, como lo es el recurso agua.

En general las industrias constituyen fuentes de estrés ecológico que afectan la calidad del agua principalmente por el vertimiento de sustancias no tratadas o con un tratamiento deficiente.

Las aguas contaminadas, según su origen o focos contaminantes se denominan:

- ◆ Aguas negras, aguas fecales o aguas servidas, si proceden de los usos domésticos o urbanos, incluyendo las aguas pluviales.
- ◆ Efluentes industriales, cuando se refieren a las aguas residuales producidas en la industria.
- ◆ Aguas con contaminación agrícola o la que se origina en las explotaciones ganaderas.

Según la metodología propuesta por Quintana 1994, para el análisis de los focos contaminante, se propone la caracterización primaria basada en la ubicación del foco y el tipo de afectación, y que se complementan con visitas al lugar,

#### **5.- Medidas de solución a las fuentes de emisión de residuales**

La influencia en el agua del vertimiento de residuales pueden limitar su manejo en un territorio si no se toman las medidas más adecuadas, teniendo en cuenta en caso de vertimiento directo la capacidad de autodepuración del complejo acuático al que se hace el vertimiento, la cantidad de sustancias contaminantes cuando estos sobrepasan el límite permisible pueden llegar a la contaminación y/o polución del territorio afectado.

#### **El marco legislativo y la protección**

La legislación ambiental relativa al agua ha venido a palear en alguna medida las tensiones existentes sobre el recurso, sin embargo hay un notable desbalance entre las referidas a las

aguas interiores y las que conciernen al mar, las últimas, internacionalmente disfrutaban de mucha atención, diferenciadas por mares o zonas de captura en específico. Por poner un ejemplo, para el caso de los países del Caribe se han visto directamente beneficiados por la Convención para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe, Cartagena, 1983; y por el Protocolo concerniente a la cooperación en el combate de los derrames de hidrocarburos en la región del Gran Caribe, Cartagena, 1983, entre algunos.

En Cuba, La Ley No.81 del Medio Ambiente, es la principal legislación ambiental vigente en el país, aprobada por el Parlamento Cubano en fecha 11 de julio de 1997, y publicada en la Gaceta Oficial de la República de Cuba en su número 7, página 47. Esta Ley tiene 14 Títulos, en su título Sexto, esferas específicas de protección del medio ambiente tiene un primer capítulo de disposiciones generales para la gestión de recursos naturales y un capítulo por cada una de las siguientes esferas: Protección y uso sostenible de la diversidad biológica; Sistema Nacional de áreas protegidas; Aguas y ecosistemas acuáticos, con tres secciones: Normas generales, **Aguas terrestres, y Aguas marítimas y recursos marinos**; Ecosistemas terrestres con tres secciones: Suelos, **Cuencas hidrográficas** y Patrimonio Forestal; Flora y Fauna Silvestre; Atmósfera; y Recursos Minerales.

### **Minimización de la contaminación de las aguas terrestres y marinas**

En la EAN se aborda el problema de la Contaminación de las aguas terrestres y marinas partiendo de la significación especial que posee, "pues constituye uno de los elementos mas agresivos a los ecosistemas acuáticos y su paulatina degradación, al provocar en muchos casos la ruptura del equilibrio de restauración natural de los mismos", donde se señala que para su minimización se hace necesario:

- "lograr un efectivo funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales construidos en los principales objetivos económicos y sociales, no sólo en las plantas sino también en las lagunas de estabilización creadas con estos fines, y su inobjetable construcción en las nuevas inversiones que se realicen, contando con las tecnologías ambientalmente mas avanzadas;
- realizar sistemáticamente el aprovechamiento económico y reuso de los residuales líquidos convenientemente tratados para uso agrícola, industrial y acuícola;
- realizar un uso racional de los recursos naturales, la aplicación de las producciones limpias, el reciclaje a través de todo el ciclo de vida del producto, y la autorregulación, o sea la toma de medidas por parte de la entidad contaminadora para minimizar, monitorear y controlar sus efectos ambientales, en las principales producciones del país y fundamentalmente en la industria- de forma especial en la industria azucarera, minera, del cemento, y biotecnológica y farmacéutica; donde debe priorizarse la actualización, definición y puesta en marcha de normas ambientales adecuadas;
- garantizar un control sistemático de los principales focos contaminantes de las aguas terrestres, su caracterización y la adecuada exigencia por el cumplimiento de las medidas que conduzcan a atenuar y eliminar su efecto nocivo; incrementando la vigilancia sobre las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales ya construidos, para lo cuál será necesario la asignación de determinados recursos para la

---

adquisición de equipamiento y reactivos; así como elaborar Esquemas Integrales de Saneamiento a corto plazo, que tengan en cuenta el diseño de soluciones tecnológicas apropiadas ambientalmente y económicamente viables;

- mejorar la situación sanitaria de las corrientes fluviales asociadas a los asentamientos principales de montaña y al tratamiento y reutilización de las aguas residuales; así como elaborar y aplicar soluciones definitivas al manejo de los desechos sólidos- entre los cuáles reviste especial importancia el manejo de los residuos de la cosecha cafetalera;
- reducir la contaminación provocada en la zona costera y marina por vertimiento de desechos y residuales agrícolas, industriales, urbanos y de embarcaciones sin un tratamiento conveniente, definiendo las normas de calidad del agua de mar y la actividad de dragado;
- establecer un sistema de impuestos progresivos a las principales entidades contaminantes, y a su vez otro de estímulos e incentivos para aquéllas que logren ir reduciendo paulatinamente sus efluencias y el reciclaje de sus desechos y subproductos;
- asegurar en el caso de la minería, los hidrocarburos y la producción de energía, la rehabilitación de los daños ocasionados al medio natural como resultado de sus actividades. Especial atención deberá brindársele a la franja Varadero-Cárdenas y el litoral Norte de la Habana, dónde una explotación inadecuada puede perjudicar el desarrollo turístico;
- asegurar que la reactivación de las capacidades industriales existentes esté acompañada de un plan de medidas que minimice los impactos ambientales."

## **PARTICULARIDADES DEL APROVECHAMIENTO Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LAS MONTAÑAS DE CUBA.**

Geol. BSc. L.F. Molerio León<sup>(1)</sup>, Esp. M. G. Guerra Oliva<sup>(2)</sup>

- (1) Grupo de Aguas Terrestres, Instituto de Geofísica y Astronomía, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, P.O. Box 6219, Habana 6, CP 10600, Ciudad de La Habana, Cuba, Teléfono (53-7) 66 2383, Fax (53-7) 33 3820, e-mail: [leslie@geoastro.inf.cu](mailto:leslie@geoastro.inf.cu)
- (2) Grupo de Aguas Terrestres, Instituto de Geofísica y Astronomía, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Calle 212 No. 2906, La Coronela, La Lisa, Ciudad de La Habana, Cuba, Teléfono (53-7) 21 4331, Fax (53-7) 33 94 97, e-mail: [puma@geoastro.inf.cu](mailto:puma@geoastro.inf.cu)

La elevación del nivel de vida en la montaña, como parte consustancial al desarrollo del país, es el objetivo básico del "Plan Turquino", tal propósito condiciona la necesidad de evaluar, cuantitativamente, las reservas de agua subterráneas disponibles en los acuíferos cársicos de montañas, la eventual afectación que su aprovechamiento produciría sobre los recursos hídricos superficiales, argumentar acerca de las posibilidades de captación de esta agua y proteger los recursos hídricos.

Las zonas de montaña han sido relativamente poco estudiadas en nuestro país desde el punto de vista hidrogeológico, e históricamente, no se han evaluado, con suficiente detalle, los recursos de explotación de las aguas subterráneas en los acuíferos de estas zonas. En 1991 (Molerio et al., 1991) preparó una evaluación de los recursos de explotación de las aguas subterráneas en 17 cuencas en zonas cársicas de montaña para las cuales se disponía de información geológica, geomorfológica e hidrológica superficial y subterránea (fig. 1). La cuenca del Toa fue la única evaluada que no es alimentada por acuíferos cársicos.

Como dato básico para este análisis se utilizaron los caudales base medios mensuales que registran las 25 estaciones hidrométricas ubicadas en los ríos a los que se conectan las cuencas objeto de estudio.



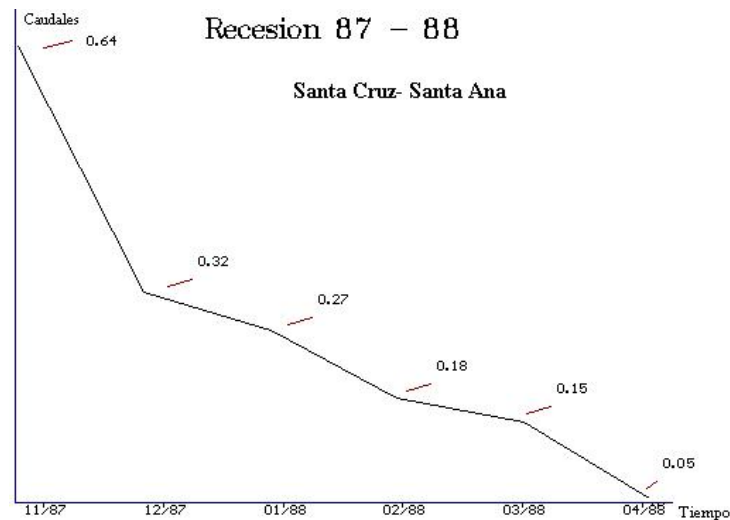
Fig.1. **Mapa de distribución de las áreas estudiadas**

Estos datos primarios fueron procesados aplicando el análisis de las curvas de recesión de caudales, definido como el mejor método indirecto para el estudio de las condiciones hidrodinámicas de los acuíferos cársicos (1). Se diseñó y puso a punto la primera versión de un programa que procesa los datos de caudales mensuales: MIRIAM (versión 1.94), acrónimo de "Modelo Integral para la evaluación de Recursos de explotación e Identificación de Acuíferos cársicos Múltiples (2). Este programa permite evaluar e interpretar el comportamiento de acuíferos localizados en zonas de poca accesibilidad y elevada complejidad hidrogeológica, generalmente excluidos del balance hídrico del país. Se apoya en el cálculo de las variables hidrodinámicas que caracterizan el campo de propiedades físicas y la capacidad de

almacenamiento y drenaje de los sistemas acuíferos cársicos. En esta versión se adoptó la ecuación general de Maillet para caracterizar la rama descendente del hidrograma de caudal.

El fundamento teórico del método parte del análisis del vaciado del acuífero durante el período de estiaje donde, de acuerdo con el grado de penetración del río en el acuífero, este es capaz de mantener un determinado caudal debido, exclusivamente, al aporte de agua subterránea. Este puede ser así separado y procesado individualmente (3). Los datos evaluados en este primer análisis, al tratarse de valores mensuales permiten referirse solamente a la hidrodinámica representada por un sólo subrégimen de agotamiento. La fig. 2 muestra un ejemplo de curva de agotamiento de caudal.

El período de recesión promedio evaluado fue de Noviembre a Febrero, es decir, de unos 120 días. Entre los años 1973-1988 los autores de esta contribución procesaron, a partir de datos de caudales diarios, 360 curvas de recesión en ocho cuencas del país, pertenecientes a las provincias de Pinar del Río, Habana, Matanzas y Guantánamo. Estos resultados fueron especialmente útiles para caracterizar algunos índices hidrodinámicos y argumentar sobre el rendimiento seguro de varios de estos acuíferos, toda vez que ellos permitían evaluar el comportamiento de los diferentes subregímenes de agotamiento y, por ello, identificar la contribución, al caudal base total, de los diferentes espacios constitutivos del sistema cársico (cavernas, grietas y poros).



**Fig. 2. Curva de agotamiento de caudal para el período 87-88. Estación hidrométrica Santa Ana, río Santa Cruz, ubicada en la Sierra del Rosario, provincia de Pinar del Río. Los valores mensuales de caudales sólo permiten argumentar acerca de un subrégimen de agotamiento.**

El curso es un medio acuífero peculiar, un sistema termodinámicamente abierto, que se caracteriza por las siguientes especificidades:

La anisotropía tridimensional progresiva de las propiedades del campo;

- La jerarquización del espacio que constituye el medio acuífero;
- La existencia de dominios de flujo inherentes a cada espacio;
- Un campo de propiedades físicas estructurado para cada espacio;



- Una fuerte influencia del factor de escala sobre el campo de propiedades físicas;
- La formación y desarrollo de estructuras autorreguladas de disipación de energía;
- La modulación de las respuestas del sistema a los estímulos inducidos natural o artificialmente;
- La dependencia del tiempo de las propiedades que estructuran el campo físico;
- La irreversibilidad del proceso de carsificación y su evolución unidireccional.

Los carsos de montaña de Cuba constituyen, en su mayor parte, importantes zonas acuíferas. Algunos años atrás, se expuso la problemática hidrogeológica de estas áreas cársicas que, exceptuando estudios esporádicos, permanecen sin evaluar hidrogeológicamente. Como se expresó en una oportunidad, gran parte de estos territorios no están siquiera explorados detalladamente, si se exceptúan algunos trabajos espeleológicos y geomorfológicos.

El comportamiento hidrodinámico de los carsos de montaña presenta características particulares específicas, sustancialmente distintas, físicamente, de cualquier otro relieve cársico. Por esto no le son aplicables conceptos ni técnicas de exploración y del cálculo de los índices del campo de propiedades físicas y de recursos y reservas que se aplican en las áreas de acuíferos cársicos de llanura.

Molerio (1987) ha señalado las siguientes particularidades de la problemática de los carsos de montaña que resultan especialmente importantes para la protección de sus recursos naturales y, en particular, de los hídricos:

En el carso de montaña se presentan flujos importantes, tanto autóctonos como alóctonos, organizados subterráneamente, eventualmente individualizados, pero comúnmente vinculados, cuyas zonas de alimentación y conducción y, a veces, aún las propias zonas de descarga no son perfectamente distinguibles.

A menudo se presenta una zona de acumulación subterránea alimentada predominantemente por caudales autóctonos que, al parecer, constituyen sus más importantes reservas; sus mecanismos de drenaje no están claros y pueden ser tanto de escalonamiento vertical como de circulación lateral, y donde sus descargas pueden aparecer concentradas, o también difusas y relacionadas morfológicamente de modo diverso, generalmente controlados por la posición hipsométrica de niveles de base locales.

De igual modo, parece que las zonas de acumulación drenan, en ocasiones, por sistemas de grietas acuíferas cuya respuesta a los estímulos de recarga del depósito son muy variables.

Aunque en los carsos de montaña se encuentra generalmente una vertiente absorbente y otra emisiva, vinculada la primera con los cauces fluviales superficiales que inciden en la serranía y la segunda con las emergencias de tales caudales, también se encuentran vertientes emisivas desvinculadas de zonas de absorción alóctona en el propio macizo cársico, así como cauces superficiales instalados en el contacto entre el carso y la roca no carsificable que imprimen al relieve un fuerte carácter fluviocársico transicional para el que además, debe estipularse otro modelo hidrogeológico.

Las variedades en la tipología hidrogeológica se establecen a partir de la ausencia de niveles acuíferos continuos, tratándose tanto de bolsones acuíferos como de grietas

impenetrables y canales transitables, saturados permanentemente o sólo de modo temporal, a diferentes niveles, que pueden encontrarse aislados o conectados a redes mayores, a veces alóctonas, que los caracterizan como un merocarso.

Lo anterior presenta ciertas ventajas en cuanto a la investigación hidrogeológica regional; así, los cálculos de reservas pueden efectuarse a partir de registros sistemáticos de los caudales de descarga y absorción del macizo y cada macizo montañoso puede ser considerado como un sistema o un aparato cársico particular, de acuerdo con los resultados de la exploración e investigación geoespeleológica integral, y como tales, individualizados y evaluados con notable independencia del resto del carso de montaña vecino. Ello constituye la base para la delimitación de las diferentes unidades ecohidrológicas que, así, pueden ser adecuadamente evaluadas y protegidas.

En cuanto a la acuosidad de las rocas fisuradas no cársicas que forman parte generalmente de las áreas de carso de montaña, no existen pruebas que permitan siquiera juzgar sobre su eventual potencial. Constituidas por hiperbasitas muy fisuradas, cabe la posibilidad -por analogía- de que constituyan fuentes acuíferas, cuyo papel en la distribución de la recarga natural del carso de montaña, no es conocida. Los depósitos aluviales o lacuno-palustres presentan una acuosidad muy variable. Los primeros son aprovechados localmente, sin constituir importantes horizontes acuíferos, en tanto los segundos presentan posibilidades más limitadas de desarrollo de captaciones dada la fina granulometría de los sedimentos.

### Concepto de analogía

Para obtener un criterio de analogía entre las cuencas y conocer los factores geológicos y geomorfológicos que controlan la organización y desarrollo de los caudales subterráneos, se realizó un análisis lógico combinatorio booleano bivalente de los atributos correspondientes a los diferentes tipos de complejos tectonofaciales y tipos morfoestructurales del relieve (5). Como resultado, se identificaron aquellos factores que, en alguna medida, controlan el potencial hídrico de los carsos de montaña de Cuba.

Para obtener un criterio de analogía entre las cuencas y conocer los factores geológicos y geomorfológicos de control, se realizó un análisis lógico combinatorio booleano bivalente, aplicado a las características areales de los tipos de complejos tectonofaciales y tipos morfoestructurales del relieve (5). Como resultado de la matriz de incidencia o especial calculada en modo R (variable), se obtuvo la siguiente matriz de control que muestra cada uno de los factores que en alguna medida, por ser areales, controlan el potencial hídrico de los carsos de montaña de Cuba.

Estos factores son los que alcanzan la probabilidad más alta de ocurrencia en el relieve cubano y presentan la mayor independencia, en términos de la máxima variabilidad entre los factores involucrados en la matriz.

### Niveles factoriales

FACTORES TECTONOFACIALES	Complejo Carbonatado
	Complejo Vulcanógeno-Sedimentario
	Complejo Terrígeno
FACTORES GEOMORFOLOGICOS	Relieve de montañas bajas a medias
	Relieve de articulación

<b>FACTORES MORFOESTRUCTURALES</b>	Sistemas de bloques y horst en mantos de sobrecoorrimientos
	Horst y bloques en cadenas monoclinales carsificadas

Los elementos lineales que controlan el carácter morfoestructural local son la longitud de las fallas y de los escarpes, y sus efectos se reconocen en la conformación de los tipos de régimen de flujo que controlan el drenaje de estos sistemas cársicos de montaña. Esto indica que el patrón de la carsificación es, en todos los casos, el agrietamiento del macizo, lo que ya fue señalado en un trabajo anterior (6) y reconocido por (7) al analizar, por separado, las cuencas de los ríos Taco Taco, Santa Cruz y San Cristóbal.

La identificación de la analogía, se obtuvo de igual forma, pero calculando la matriz en modo Q (objeto). El mejor resultado se obtuvo utilizando como función de similitud la de máxima semejanza, sobre una matriz cuyos objetos vienen definidos por los complejos tectonofaciales siguientes:

#### Atributos de semejanza (analogía) definidos por los complejos tectonofaciales

	<b>Cluster I</b>	<b>Cluster II</b>	<b>Cluster III</b>	<b>Cluster IV</b>
Complejos tectonofaciales.	Carbonatado. Vucanógeno -- Sedimentario. Terrígeno.	Carbonatado. Terrígeno. Metamórfico.	Carbonatado. Vulcanógeno-- Sedimentario. Metamórfico-- Carbonatado.	Terrígeno. Metamórfico. Metamórfico-- Carbonatado.

La estructura interna de los clusters así obtenidos se presenta a continuación.

#### Composición de los clusters agrupados sobre la base de la semejanza tectonofacial

<b>Cluster I</b>	<b>Cluster II</b>	<b>Cluster III</b>	<b>Cluster IV</b>
Cuyaguaje- Portales II	Yabú- Amaro	Puente Bano- Santa Rosa	Caracusey- Caracusey
Cuyaguaje- Guira	La Camajuaní- Ibarra	Paso Yateras- Palenquito	Las Caracusey- LLanadas
Cuyaguaje- Aniversario	V	Guaso- Caguairanes	Caracusey- Gavilanes I
Pan de Azúcar- Congreso	II		
Guacamaya- Lima	La		
Caimito- El Central			
San Diego- Gavilanes	Los		
Los Palacios- Rosario	El		
Bacunagua- Domingo	Santo		
Taco Taco- El Jardín			
Santa Cruz- Ana	Santa		

San Cristóbal- La Campana			
Cautillo- La Fuente			

Cuatro estaciones no se agruparon en cluster alguno. Estas estaciones son las del Toa-Toro II, Toa- Aguacate, Yateras-Yuraguana y Sagua la Chica-Pastor Varela. Este resultado muestra, entonces, cuatro clusters e igual número de estaciones aisladas.

El agrupamiento obtenido usando los atributos geomorfológicos y morfoestructurales de tipo areal, no dió resultados lógicos, por lo que no se consideraron para agrupar las cuencas. Se impone, en otra oportunidad, aclarar la validez de los rasgos areales del relieve en la obtención de medidas de similitud entre sistemas cársicos de montaña.

### Potencial hídrico y recursos aprovechables

El potencial hídrico de las cuencas de montaña fue calculado en términos de reservas reguladoras y rendimiento seguro, expresados en  $Hm^3/año$ , aplicando el método de las curvas de recesión de caudal (fig. 2) al hidrograma hiperanual registrado en cada una de las estaciones hidrométricas (fig. 3).

Las reservas reguladoras fueron obtenidas a partir de datos mensuales de caudal. El cálculo del rendimiento seguro se efectuó, a partir de datos diarios, en nueve de los 25 cierres estudiados, para los que se disponía de registros diarios de caudal e información adicional, derivada de trabajos de levantamiento hidrogeológico. Para estos nueve cierres se obtuvieron sus valores mínimos, medios y máximos. Los valores mínimo y máximo del rendimiento seguro representan los caudales base extremos de la serie cronológica estudiada; los valores medios constituyen el promedio simple de toda la serie. Debe destacarse que este rendimiento seguro medio viene definido por los aportes, que se producen al caudal base, del drenaje subterráneo de las cavernas y una componente que oscila entre el 25 y el 60 % del escurrimiento subterráneo aportado por las grietas. Algunos de los resultados obtenidos se resumen en la tabla 1.

#### Régimen de Flujo

En el carso, el régimen de flujo está determinado por la presencia de tres pares de espacios físicos que caracterizan el medio geométrico por el que circula el agua subterránea. Estos espacios son, según (8), el par **matriz sólida-poros**, **poros-grietas**, y **grietas-cavernas**, los que están estrictamente jerarquizados. Como estos espacios tienen una longitud y diámetro característicos, es posible determinar el régimen de flujo de las aguas subterráneas mediante el análisis de las curvas de agotamiento de caudal de cada uno de los sistemas de drenaje en estudio.

La frecuencia mensual con que se han elaborado las curvas de recesión en este trabajo, sólo permite reconocer una rama de agotamiento de manera que las componentes del flujo identificadas en este caso son la *concentrada lineal*, *concentrada no lineal* y *difusa lineal*. En sentido general, la componente de flujo más frecuente en la conducción y descarga de las cuencas estudiadas es la *concentrada lineal* (fig. 5), que representa la circulación de las aguas subterráneas netamente a través del espacio de las grietas. Sin embargo, la identificación de un sólo subrégimen impide precisar la contribución del espacio de las cavernas al volumen drenado. A los efectos de este análisis preliminar, se ha considerado que el vaciado de las cavernas (fig. 6) está enmascarado por la fuerte componente del agotamiento a través de las

grietas. El tipo de flujo concentrado lineal representa más del 60% en términos de predominio de este espacio en el drenaje del curso de montaña de Cuba.

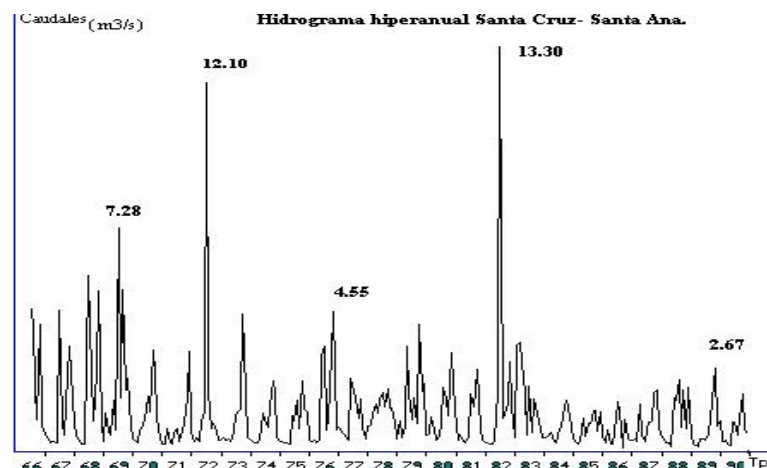
### **Análisis correlatorio, espectral y de las medidas de dispersión.**

Las técnicas de análisis correlatorio y espectral se aplicaron a las series mensuales de caudal para caracterizar los sistemas acuíferos en correspondencia con la forma en que el campo de propiedades físicas modula la señal de entrada, es decir, la lluvia. El correlograma simple representa la dependencia, en tiempos crecientes, entre los caudales sucesivos. Cuando el autocorrelograma tiende rápidamente a cero, caracteriza una sucesión de eventos independientes entre sí, por lo que el fenómeno analizados, en nuestro caso, la distribución de los caudales, puede considerarse como uno de tipo cuasialeatorio, altamente dependiente del comportamiento de la lluvia. El autocorrelograma que decrece lentamente indica un fenómeno muy estructurado, donde los eventos parciales presentan una fuerte dependencia entre sí.

Un criterio común para distinguir el comportamiento del autocorrelograma es el Límite de Andersen, tomado como el intervalo de tiempo en que la autocorrelación de la serie alcanza el valor 0,2. Tal intervalo se designa como “Efecto de Memoria” o “Inercia” del sistema y es un indicador indirecto de la importancia de los volúmenes de agua drenados por tal sistema.

El espectro de varianza corresponde a una descomposición de la varianza de la serie para diferentes frecuencias; además de permitir detectar las diversas tendencias (de tipo secular, estacional y aleatorias) suministra información adicional sobre los mecanismos de transferencia de caudal entre los diferentes espacios acuíferos. Particularmente importante es, en este sentido, la identificación de los tiempos de filtrado y de regulación. El primero, porque representa el período en que el sistema asimila y transforma totalmente los componentes secular, estacional y aleatoria, definidos por el ancho de la banda espectral, y el segundo define la duración de la influencia de una lluvia unitaria efectiva sobre el sistema.

De esta manera, a un efecto de memoria elevado correspondería un elevado potencial hídrico y, en consecuencia, largos tiempos de regulación y bandas espectrales estrechas, es decir, tiempos cortos de filtrado.



**Fig. 3. Hidrograma de caudales medios mensuales del río Santa Cruz, registrados por la estación hidrométrica Santa Ana. El período analizado es 1966- 1990.**

Para el análisis se tomó, como valor de truncamiento, la mitad de la longitud de la serie. El paso de tiempo mensual limita poder establecer algunas generalizaciones acerca del tiempo de regulación del sistema. En los sistemas cársicos los valores de efecto de memoria y los derivados del análisis espectral se interpretan en términos de la organización del drenaje subterráneo. Así, largos tiempos de inercia y de regulación, en bandas espectrales estrechas, indican una fuerte integración de los conductos acuíferos donde las componentes de drenaje subterráneo predominantes vienen de la contribución del flujo a través de grietas y poros, aquí la descarga es mucho más lenta que en aquellos bien integrados, circulando a través de cavernas, en los que la inercia es mucho menor, las bandas espectrales son muy anchas y los tiempos de regulación son muy cortos. Estos son los llamados sistemas **“bien drenados”** en contraposición a los primeros, denominados sistemas **“mal drenados”** en la literatura clásica. Es importante destacar que las reservas de agua subterránea, en otras condiciones de yacencia, son más importantes en los mal drenados que en los bien drenados pero, de modo inverso, en la montaña, éstos son los que mejores posibilidades de captación ofrecen.

En general, el efecto de memoria, tomado al Límite de Andersen, no es muy elevado, comúnmente del orden de los 45 días y, en algunos casos, como en los sistemas drenados por el Cuyaguaje hasta la estación V Aniversario y Yateras hasta Yuraguana son, incluso inferiores a 30 días. Las bajas inercias son indicadoras de reservas no muy grandes de aguas subterráneas.

Las bandas espectrales se mueven entre las frecuencias medias (0,2-0,3) y altas (> 0,4), que representan, respectivamente, nueve y siete casos. Cinco sistemas se encuentran en las altas frecuencias (0,3-0,4) en tanto sólo dos, en las bajas (hasta 0,1). Excepto en este último, ello es un indicador de la elevada dependencia de los estímulos aleatorios sobre el comportamiento del sistema, con capacidades muy pequeñas de autoregulación, por lo general del orden de los 2-3 meses y, a veces menores. En consecuencia, las eventuales captaciones requieren de frecuencias de recarga natural no inferiores a ese orden para mantener caudales adecuados de explotación, toda vez que esto indica bajas propiedades de almacenamiento. Ello es particularmente relevante en la zona de las altas frecuencias, donde la componente aleatoria es la más importante en la distribución de los caudales.

Los ciclos anuales se reconocen en todos los sistemas, así como los estacionales pero, en este último caso, no son necesariamente semestrales. Estos se reconocen, netamente, en Cautillo-La Fuente, Guaso-Caguairanes, y en las dos estaciones de Yateras. Pero es más común encontrar ciclos de ocho meses y menores de seis, incluso de dos, tres y cuatro meses.

### **Condiciones de yacencia y descarga.**

Sobre la base de las clases obtenidas según los complejos tectonofaciales, se analizaron las respuestas de los sistemas de acuerdo con los tipos de régimen de flujo existentes y a su frecuencia.

El **primer grupo** está formado por las cuencas de Pinar del Río y Granma (cierre La Fuente) y en ellas están presentes los complejos vulcanógeno-sedimentario, carbonatado y terrígeno.

En cuanto a movimiento de fluido se refiere, la componente de flujo predominante en estos acuíferos es la concentrada lineal en el espacio de las grietas sin dejar de mencionar que, en algunos períodos de recesión, la conducción y descarga se realizan también según el espacio

de las grietas, pero drenando con flujo difuso. Esto significa que el drenaje con flujo concentrado indica que la circulación del agua sigue patrones lineales que condicionan las direcciones preferenciales del escurrimiento subterráneo.

Cuando se manifiesta flujo difuso, la pendiente de la curva de agotamiento de caudales es más suave. La circulación del agua subterránea se hace más lenta, evidenciándose en los tiempos de residencia del agua en el sistema. Este comportamiento es característico de los sistemas acuíferos del TacoTaco, Santa Cruz y San Cristóbal.

En el caso particular del Santa Cruz, existen tres años de flujo difuso en los períodos de recesión del 73-76, y para cada período la recesión empieza con caudales más bajos, esto es debido a que no ha habido la alimentación suficiente como para que se reactiven otros espacios del carso y aumenten los caudales.

En las cuencas donde se evidencia la componente de flujo concentrado no lineal, en no pocos períodos de recesión, se debe a que la conducción y descarga de los sistemas se realiza fundamentalmente a través de cavernas, debido a estímulos que provocan que se colmaten todos los espacios colectores-conductores.

Los tiempos de residencia de las aguas son mucho menores comparándolos con otros períodos donde la componente de flujo es lineal. Las cuencas del Cuyaguaje (La Guira) y Bacunagua (Santo Domingo), manifiestan este flujo turbulento y, precisamente, ellas drenan los sistemas cavernarios de Majaguas-Cantera, Fuentes y Los Perdidos (figs. 7-9). Un comportamiento similar se aprecia en las cuencas de los ríos Pan de Azúcar y Guacamaya, aunque las series de datos tan cortas (seis años) no permiten llegar a interpretaciones concluyentes.

El **segundo grupo** lo conforman las cuencas de los ríos Yabú y Camajuaní en la provincia de Villa Clara.

En estas cuencas están presentes los complejos vulcanógeno-sedimentario, carbonatado, terrígeno y metamórfico cumpliéndose en ellos las características del tipo de régimen de flujo concentrado lineal.

La Cuenca del río Yabú, con una serie de solo cinco años, refleja régimen de flujo concentrado lineal, no sucede así en el río Camajuaní, donde también ocurren drenajes en régimen concentrado no lineal y difuso lineal en este orden de importancia.

El **tercer grupo** está formado por las cuencas del río Bano, Yateras (Palenquito) y Guaso (Caguairanes). En ellas están presentes los complejos tectonofaciales vulcanógeno-sedimentario, carbonatado y carbonatado-terrígeno.

En las cuencas de los ríos Bano y Yateras predomina el régimen de flujo concentrado lineal, sin dejar de mencionar que en el Yateras se manifiesta, además, el drenaje de tipo difuso lineal. En el caso particular del Guaso el flujo predominante es el concentrado no lineal, lo que se refleja por grandes sistemas de cavernas directamente conectadas desde el sumidero hasta la cueva del Campanario y los manantiales que drenan el sistema en la base de la cuenca. Con una importancia secundaria se observan drenajes en régimen concentrado lineal y difuso lineal, indicadores de un complicado sistema de agrietamiento en el acuífero.

En el **cuarto** y último grupo se presentan los complejos tectonofaciales terrígeno, metamórfico y metamórfico-carbonatado conformando la cuenca del río Manatí. La información de que se

dispone es muy corta (de tres a siete años) y nos refleja un predominio del régimen concentrado lineal en el curso inferior y medio de la cuenca. En el curso superior de la cuenca se manifiestan los regímenes concentrado lineal y difuso lineal, lo que indica un predominio de funcionamiento del espacio de las grietas en todo el sistema acuífero.

Para caracterizar las condiciones de yacencia y descarga de los sistemas acuíferos de montaña, nos basamos en (12,13). Se agruparon los cierres por regiones cársicas con condiciones hidrológicas y morfoestructurales comunes que definen las condiciones de alimentación, conducción y descarga de las cuencas estudiadas.

**Tabla 1. Potencial hídrico y recursos aprovechables de los acuíferos cársicos de montaña.**

Provincia	Cuenca	Cierre	Area Km <sup>2</sup>	Período Evaluado años	Reservas Reguladoras Hm <sup>3</sup> /año Mínimas	Rendimiento Seguro Hm <sup>3</sup> /año Mínimo
Pinar del Río	Cuyaguaje	Portales II	502	1963- 89	16.82	2.21
		Guira	281	1969- 88	5.51	0.03
	Pan de Azúcar	V Aniversario	145	1968- 90	5.48	0.38
		II Congreso	70	1981- 86	5.70	
	Caimito	La Lima	38	1985- 91	2.67	
	San Diego	El Central	40	1968- 90	2.09	
	Los Palacios	Los Gavilanes	157	1962- 90	3.69	0.47
	Bacunagua	El Rosario	80	1963- 76	1.73	3.78
	Taco Taco	Sto Domingo	53	1964- 79	3.21	0.47
	Santa Cruz	El jardín	25	1966- 87	2.03	0.95
	San Cristóbal	Santa Ana	30	1966- 90	1.82	
	La Campana	100	1962- 79	4.80		
					55.55	
Villa Clara	Sagua la Grande	Puente Amaro	404	1964- 69	4.06	
		Pastor Varela	325	1964- 68	4.43	
	Sagua la Chica	Paso Ibarra	154	1967- 90	3.87	
	Camajuaní				12..36	
Sancti Spíritus	Manatí	Caracusey	118	1987- 90	8.79	
		Las Llanadas	58	1986- 89	5.88	
		Gavilanes 1	26	1984- 90	2.24	
					16.91	
Granma	Cauto	La Fuente	92	1964- 88	2.14	
Guantánamo	Guaso	Santa Rosa	126	1966- 89	8.21	2.40
		Caguairanes	64	1967- 88	0.68	0.60
	Yateras	Palenquito	144	1960- 89	5.68	
		Yuraguana	478	1961- 89	7.25	
	Toa	Aguacate	753	1965- 89	37.80	
		El Toro II	326	1960- 88	10.40	
					70.02	



### ***Cuencas de la sierra de los organos.***

La dirección del flujo subterráneo se produce como consecuencia de la transfluencia y transcurrencia de la red fluvial superficial, parcialmente subterránea, y también como resultado de la descarga de bolsones de caudal autóctono que constituyen una modalidad particular del drenaje. La alimentación, movimiento y descarga de las aguas se efectúa a través de formas cársticas muchas veces enlazadas en circuitos unidos. Las formas de conducción más importantes la integran cavidades directas de caudal alóctono y autóctono y las formas de emisión la integran fuentes de caudal autóctono que generalmente descargan concentrados sobre los valles fluviales, como es el caso de los manantiales de El Resolladero, Mal Paso y La Pimienta.

### ***Cuencas de la Sierra del Rosario.***

En las cuencas ubicadas en la Sierra del Rosario, tales como San Diego, Los Palacios, Bacunagua, Taco Taco, Santa Cruz y San Cristóbal, la descarga de los caudales autóctonos se efectúa hacia las redes fluviales colectoras labradas sobre las superficies no carsificables. La alimentación, movimiento y descarga no están bien definidas geomorfológicamente, por lo que su localización no está clara, aunque existe una importante componente de alimentación a través de simas verticales o subverticales que contactan con la red subterránea principalmente desarrollada al nivel de los valles superficiales (fig. 10). De igual modo las relaciones de alimentación alóctona y autóctona son complejas, ya que en general puede considerarse un carso suspendido. Sin embargo, la red cárstica funciona como recarga a la zona de drenaje superficial. La red superficial localmente está bien desarrollada.

### ***Cuenca de la Sierra Guamuhaya- Trinidad.***

En cuanto a la cuenca del río Manatí, ubicada en la región cárstica Sierra de Guamuhaya-Trinidad, las relaciones hidrodinámicas no están claras. La alimentación ocurre completamente a partir de caudales autóctonos, de drenaje subterráneo, así como aportes superficiales a través de formas cársticas locales. La conducción no está organizada en redes preferenciales; sino que ocurre por un patrón de agrietamiento, aunque se han observado cavernas activas de poco desarrollo lineal. La descarga ocurre localmente mediante surgencias que pueden constituir cavernas emisivas drenando generalmente sistemas locales de drenaje, así como se observan sistemas locales de grietas que cumplen igual funcionamiento.

***Fig.4. Red subterránea de los arroyos Santo Tomás, Bolo y Peñate que controlan el desarrollo de la Gran Caverna de Santo Tomás***

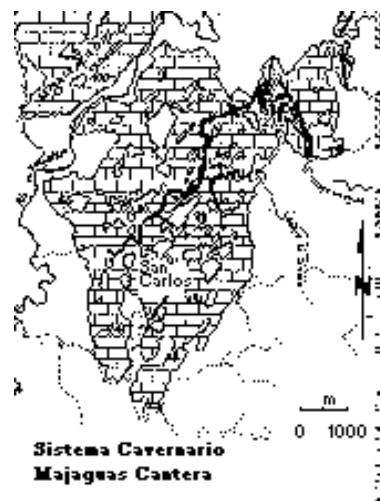


### ***Cuencas de la serranía fomento- cabaiguán.***

La alimentación de estos sistemas es híbrida, tanto autóctona proveniente de las precipitaciones a través de formas de absorción del tipo de campos de lapiez indirecto y depresiones cársicas parcialmente colmatadas, como alóctona, esencialmente de las partes no cársicas de las cuencas, a partir del escurrimiento superficial. La conducción ocurre mediante cavernas transfluentes, lo que determina un flujo subterráneo bin organizado. La descarga se produce indistintamente a través de cavernas emisivas así como por manantiales de flujo difuso, en el contacto entre las rocas cársicas y no cársicas.

Morfológicamente se representan estos acuíferos mediante bloques calcáreos colgados, lo que individualiza aparatos cársicos bien definidos. Esto determina que las zonas de alimentación, conducción y descarga estén bien delimitadas.

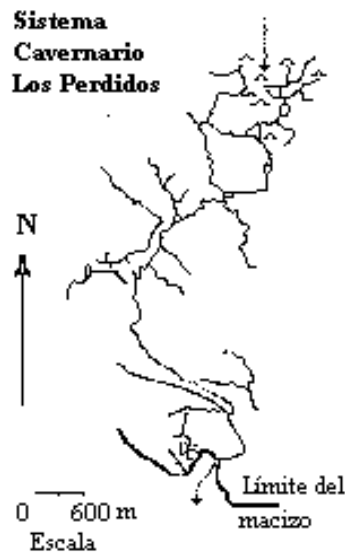
**Fig. 5. Red subterránea de los arroyos Majagua y Cantera, que generan el sistema cavernario homónimo**



### ***Cuenca de la sierra de Guisa - los Negros (calizas de Baire).***

La cuenca del río Cautillo se ubica en la región Sierra de Baire, particular región cársica del país. Sus condiciones de alimentación, movimiento y descarga no están claras. La primera ocurre en la mayoría del territorio directamente sobre el macizo carsificado, a través de formas de absorción abundantes en la región. La conducción de las aguas subterráneas se efectúa por medio de redes bien organizadas. La emisión está directamente vinculada a esta red de conductos cársicos mediante un patrón de agrietamiento bien interconectado, aunque no pueden descartarse descargas locales de sistemas individualizados.

**Fig 6. Red de galerías subterráneas del Sistema Cavernario Los Perdidos, recorrido subterráneo del río Bacunagua**



### ***Cuencas de la meseta del guaso.***

Estas cuencas se presentan como sistemas cársicos de la región cársica Meseta del Guaso. En estos sistemas, las formas de absorción indican claramente las variaciones locales del flujo concentrado y, con menos importancia, alimentación híbrida fundamentalmente en valles fluvio-cársicos. La alimentación de los ríos Guaso y Yateras ocurre a partir de fuentes de flujo concentrado con elevados aportes de caudal autóctono del macizo, no ocurriendo así con el río Bano que nace a partir de flujo difuso. La conducción tiene lugar a través de numerosos conductos, y las formas de absorción también son abundantes del tipo periférico que limitan a la región cársica. Se conocen, además, numerosos manantiales que drenan localmente en las depresiones cársicas y hacia los ríos principales.

#### Particularidades de la captación de agua subterránea en la montaña

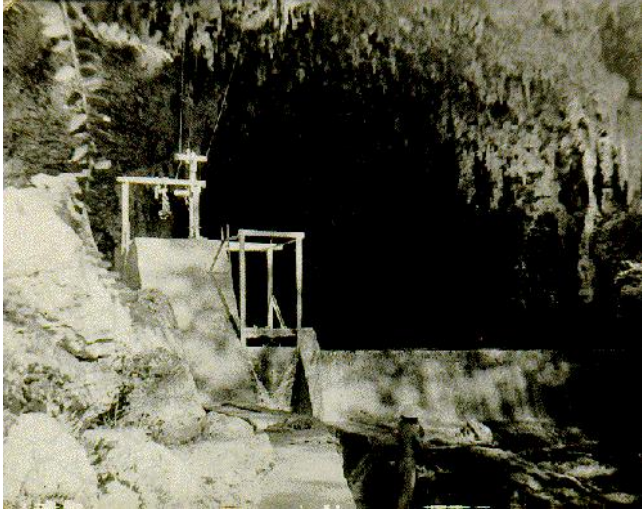
Por lo común, las aguas subterráneas en la montaña representan un potencial limitado a los efectos de emprender su captación a gran escala. Ello se debe a que los acuíferos de montaña son reducidos y de limitado espesor, no forman grandes sistemas interconectados y son sumamente dependientes de las variaciones en la recarga natural. La contribución del drenaje subterráneo al escurrimiento total calculada para los territorios aquí estudiados es la sumatoria de la contribución de numerosos aparatos cársicos, a veces aislados, que constituyen, por ello, sistemas de flujo locales. En consecuencia, el desarrollo de captaciones en estas regiones debe atender, ante todo, esta particular característica.

Las formas de captación más comunes de agua subterránea en las zonas de montañas cársicas de Cuba son las siguientes:

- aprovechamiento de manantiales (con o sin regulación artificial)
- aprovechamiento directo de los caudales fluviales (tomas en los ríos)
- aprovechamiento de los lagos subterráneos en cavernas
- pozos criollos

habida cuenta de que, históricamente, los aprovechamientos de agua subterránea han resultado casi totalmente artesanales y destinados a la satisfacción de una demanda mínima, por lo común, no más allá de las necesidades domésticas. Casos excepcionales, por ejemplo, lo constituye la Meseta del Guaso, donde la descarga subterránea de la cueva del Campanario ha sido utilizada, desde principios de este siglo, con el propósito básico de generación de energía eléctrica (fig. 7).

Fig. 7. Cueva del Campanario regulada artificialmente para la producción de energía eléctrica



### **Aprovechamiento de manantiales**

La efectividad de la captación depende del tipo de manantial. Algunos fracasos notables de aprovechamientos subterráneos se deben a confundir surgencias con estavelas o con “tanques” en las vertientes absorbentes de las montañas. En este sentido, las formas más apropiadas resultan las fuentes vauclosianas de nivel de base (fig. 8), las surgencias de caudal autóctono de nivel de base y los lagos de los “trop-pleins” vinculados a sistemas mal drenados, caracterizados por su elevada inercia e importantes volúmenes almacenados.

Las construcciones del tipo de “cajas de agua”, muy comunes, deben prever, en el caso de las fuentes vauclosianas, las descargas violentas e instantáneas promovidas por aguaceros torrenciales de respuesta rápida

Aprovechamiento directo de los caudales fluviales (tomas en los ríos)

Estas captaciones son comunes en los valles de fondo plano, generalmente con cobertura arcillosa. En tales casos, las capacidades de extracción son mayores y se destinan al riego de pequeñas parcelas y, parcialmente al abastecimiento doméstico. Estas tomas presentan, como inconveniente, que no siempre pueden asegurar una adecuada calidad de las aguas, debida a fenómenos de turbidez y contaminación bacteriológica. Por lo común, estas aguas presentan baja mineralización y, cuando predomina la alimentación alóctona desde zonas terrígenas, presentan bajo contenido de calcio y magnesio.

### **Aprovechamiento de los lagos subterráneos en cavernas**

En cavernas de fácil acceso, es común que parte del abastecimiento doméstico se realice a partir de la colecta manual de aguas de percolación almacenadas en los lagos subterráneos,

tanto del tipo de “gours” (o represas naturales) como de depósitos remanentes de avenidas o de afloramientos locales del nivel de las aguas subterráneas (fig. 9). La primera y la última suelen ser aguas de excelente calidad físico-química y bacteriológica, no así las segundas, sobre todo cuando están vinculadas a avenidas.

### **Captaciones mediante pozos criollos**

Esta práctica es común en valles de fondo plano, en algunos fondos de poljes o uvalas y en la corteza de intemperismo de los depósitos de acarreo o derivados de las rocas no carbonatadas. Sus caudales suelen ser exigüos, capaces de satisfacer pequeñas demandas domésticas. Los pozos son poco profundos, de no más de 5 metros y de gran diámetro. Aprovechan aguas de infiltración y, localmente aguas de acuíferos subálveos o colgados de muy poca potencia. Su calidad es muy variable, aunque por lo general son aguas de muy baja mineralización, susceptibles de contaminarse rápidamente.

Las captaciones mediante pozos tubulares son exitosas sólo cuando logran aprovechar los acuíferos calcáreos de fondo de valles que no hayan atravesado fases lacustres durante su evolución hidrológica. En este caso, los materiales finos de la sedimentación lacustre suelen sellar los conductos cársicos convirtiendo el desarrollo de los pozos en una tarea muy poco efectiva.

Fig. 8. Captación de aguas subterráneas con toma en una fuente vaclusiana de nivel de base



Fig. 9. Captación directa de caudales fluviales en valles intramontanos



Fig. 10. Lago subterráneo del tipo “gour” que capta aguas de infiltración



### **Peculiaridades de la protección de los recursos hídricos subterráneos en la montaña**

Durante los últimos años se han realizado investigaciones aplicadas en la mayoría de las cuencas cársicas de montaña de Cuba. Como resultado de estos levantamientos pueden argumentarse algunas particularidades para asumir la captación de las aguas de montaña en los carsos de montaña.

Las captaciones en relieves cársicos de montaña debe realizarse directamente sobre el nivel de descarga en los sistemas de flujo, tanto locales como regionales. Estas fuentes presentan el caudal base o de estiaje esencialmente autóctono de los acuíferos cársicos.

Es particularmente importante conocer el área de alimentación y los recursos aprovechables de la fuente que va a ser explotada.

Como premisa debe conocerse la relación hidráulica del manantial con el acuífero, ya que bolsones colgados o redes desvinculadas, ocasionalmente activas, no son portadoras de caudales permanentes y pueden no drenar en los períodos de seca.

Para las superficies de contacto o fluvio cársicas se deben tener en cuenta las relaciones hidráulicas de la red fluvial superficial, alimentada por el acuífero; la acuosidad potencial de los sedimentos, prácticamente impermeables en relación con el carso que rellenan los valles en contacto; así como el eventual estancamiento o acumulación de agua superficial o de rápida infiltración en cavernas de sapeamiento lateral, colgadas o desvinculadas de los acuíferos; que pueden dar falsas observaciones del régimen de flujo en los carsos de montañas.

Las vertientes absorbentes de los valles fluvio cársicos, al ser las zonas de alimentación de estos sistemas acuíferos, no constituyen zonas de captación del agua subterránea

Un aspecto especialmente importante a tomar en consideración es que la captación de las aguas subterráneas en los acuíferos cársicos de montaña reduce -o puede reducir- el gasto que, en la actualidad, se capta en las estaciones hidrométricas de la red de control y monitoreo del escurrimiento líquido superficial de los ríos que drenan estos acuíferos o es almacenado o derivado por obras hidrotécnicas (presas, canales, hidroeléctricas) localizadas aguas abajo. Por tal motivo el volumen total drenado por el acuífero, tiene que ser separado del volumen superficial con precisión suficiente para evitar resultados indeseables.

La vulnerabilidad de los sistemas acuíferos ha sido definida de acuerdo con los criterios de Molerio (1997, in Antigüedad et al., 1997) y Molerio, Flores y Menéndez (1997) y se muestra en las tablas 2-4.

**Tabla 2. Indicadores de vulnerabilidad intrínseca general de los acuíferos.**

INDICADOR /PUNTOS					
1. Rocas no consolidadas	Gravas coluviales	Gravas y arenas aluviales	Arenas y arcillas	Loess y silts aluviales	Suelos residuales
2. Rocas consolidadas porosas	Calcarenitas y areniscas en general	Secuencias carbonatado terrígenas	Tobas volcánicas	Secuencias terrígeno carbonatadas	Secuencias terrígenas
3. Rocas consolidadas porosas	Calizas	Lavas volcánicas recientes	Rocas volcánicas antiguas	Rocas ígneas en general	Rocas metamórficas en general
4. Medio acuífero	Cársico	Granular	Fisurado no cársico	Rocas volcánicas	Cortezas de intemperismo
5. Tipo de relieve	Ambientes especiales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequeña isla</li> <li>• Montaña aislada</li> <li>• Humedal</li> <li>• Bosque húmedo</li> </ul>	Llanuras interiores	Llanuras costeras	Montañas medias	Montañas bajas
6. Tipo de flujo	Difuso en acuífero cársico	Difuso en otro tipo de acuífero	Concentrado en canales	Concentrado en otro tipo de acuífero	Retardado
7. Tipo hidrodinámico	Libre	Semilibre	Semiconfinado	Confinado	Artesiano
8. Tipo de Recarga del acuífero	Concentrada directa	Concentrada indirecta	Difusa sobre la roca aflorante	Difusa sobre la cobertura	Retardada
9. Descarga del acuífero	A otro acuífero	A red fluvial permanente o estacional	Humedal	Laguna	Playa, Costa o red fluvial episódica
10. Funcionamiento hidrológico del acuífero	Permanente	Estacional	Episódico	Merofósil por inundación	Merofósil por sedimentación
11. Tiempos de regulación	De 1 año o mayores	Entre 6 y 11 meses	Entre 3 y 6 meses	Menores de 1 mes y hasta una semana	Una semana o menos
12. Rango de fluctuación estacional de las aguas subterráneas	Aflorantes o hasta el 75% del espesor de la ZNS	Entre el 50 y 74% del espesor de la ZNS	Entre el 20 y 49% del espesor de la ZNS	Entre el 10 y 19% del espesor de la ZNS	Menos del 19% del espesor de la ZNS
13. Espesor de la zona no saturada	Inexistente	Mayor que 0 y hasta 5 m	Mayor de 5 y hasta 10	Mayor de 10 y hasta 25	Mayor de 25 m
14. Conductividad hidráulica de la Zona No Saturada	Mayores de $10^{-2}$ m/s	Entre $10^{-3}$ y $10^{-2}$ m/s	Entre $10^{-4}$ y $10^{-3}$ m/s	Entre $10^{-5}$ y $10^{-4}$ m/s	Entre $10^{-6}$ y $10^{-5}$ m/s

Tabla 3. Indicadores de vulnerabilidad intrínseca general de los acuíferos cársicos.

INDICADOR /PUNTOS					
1. Litología	Calizas dolomitas y	Yeso, anhidrita y sal	Clásticas carbonatadas, greda y calizhe	Siliciclásticas	Igneas metamórficas y en general
2. Estructura geológica	Capas horizontales u homoclinales suaves	Plegamientos anticlinales y sinclinales	Fallamientos	Fallas y plegamientos alternos	Plegamientos de tipo chevron y sobreempujes
3. Patrón de la carsificación	Agrietamiento y estratificación	Porosidad	Agrietamiento	Estratificación	Agrietamiento y porosidad o porosidad y estratificación
4. Macrorelieve	Valle (incluyendo grandes poljes y uvalas)	Valles	Llanuras	Montañas y macizos aislados	Costas
5. Geosistema	Ambientes especiales: • Pequeña isla • Montaña aislada • Humedal • Bosque húmedo	Llanuras interiores	Llanuras costeras	Montañas medias	Montañas bajas
6. Tipo de flujo	Difuso	Libre colgado	Libre profundo	Confinado interestratal	Confinado artesiano
7. Tipo hidrodinámico	Libre	Semilibre	Semiconfinado	Confinado	Artesiano
8. Tipo de Recarga del acuífero	Concentrada directa	Concentrada indirecta	Difusa sobre la roca aflorante	Difusa sobre la cobertura	Retardada
9. Descarga del acuífero	A red fluvial permanente o estacional	Humedal	Laguna	Playa o Costa	A red fluvial episódica
10. Funcionamiento hidrológico del acuífero	Permanente	Estacional	Episódico	Merofósil por inundación	Merofósil por sedimentación
11. Tiempos de regulación	De 1 año o mayores	Entre 6 y 11 meses	Entre 3 y 6 meses	Menores de 1 mes y hasta una semana	Una semana o menos
12. Rango de fluctuación estacional de las aguas subterráneas	Aflorantes o hasta el 75% del espesor de la ZNS	Entre el 50 y 74% del espesor de la ZNS	Entre el 20 y 49% del espesor de la ZNS	Entre el 10 y 19% del espesor de la ZNS	Menos del 19% del espesor de la ZNS
13. Espesor de la zona no saturada	Inexistente	Mayor que 0 y hasta 5 m	Mayor de 5 y hasta 10	Mayor de 10 y hasta 25	Mayor de 25 m
14. Con cobertura	Sedimentos autóctonos	Sedimentos alóctonas	Interestratal	Criptocarso activo	Criptocarso inactivo
15. Sin cobertura	Libre	Descubierto	Denudado	Exhumado	Relictico
16. Conductividad hidráulica de la Zona No Saturada	Mayores de $10^{-2}$ m/s	Entre $10^{-3}$ y $10^{-2}$ m/s	Entre $10^{-4}$ y $10^{-3}$ m/s	Entre $10^{-5}$ y $10^{-4}$ m/s	Entre $10^{-6}$ y $10^{-5}$ m/s

Es de destacar que en las montañas y en su área de influencia, se reconocen acuíferos de todos los tipos desarrollados en variados tipos de relieve, con diferentes relaciones de recarga y descarga con las aguas superficiales y entre sí, igualmente, sometidos a muy diferente grado de afectación natural o antrópica. Ello complica, notablemente, el manejo ambiental de los recursos hídricos en toda la región del proyecto.

#### Tabla 4. Formas cársicas.

Las formas cársicas puntúan individualmente y se cartografían, asimismo, como entes individuales que poseen su propia vulnerabilidad intrínseca.

1. Formas de absorción de tipo lapíes	Libre	Semilibre	Cubierto	Desmantelad o	Litoral	Campos aislados
2. Formas de absorción de tipo ponor	Enlazado con el acuífero	Enlazada con cavidad directa	Enlazada cavidad indirecta o inversa vertical	Enlazada cavidad indirecta o inversa horizontal	Colgado	Fondo cubierto por sedimentos
3. Formas de absorción de tipo dolina	Lacustre absorbente	Lacustre emisiva	Enlazada con el acuífero	Enlazada con cavidad	Enlazada con ponor o con	Fondo cubierto por



				directa	cavidad directa, indirecta o inversa	sedimentos
4. Formas de absorción de tipo de valles	Ciegos absorbentes o	Surgentes o resurgentes	Colgados	Inversos	Desactivados	Fósiles
5. Formas de conducción de tipo cuevas o simas	Directas autóctonas o alóctonas	Indirecta absorbente	Indirecta de sapeamiento lateral	Inversa	Seudogalería	De cualquier otro tipo o subtipo genético

Los riesgos de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas pueden provenir de las siguientes fuentes:

- Hidrocarburos.
- Fertilizantes.
- Aguas negras no tratadas.
- Aguas ácidas de la minería Residuales del procesamiento de café.

Para cada cuenca, como escenario de peligro, se recomienda elaborar las tablas de riesgo de contaminación de los recursos.

Los focos de contaminación más importantes suelen ser:

1. Comunidades y asentamientos poblacionales, cuyas aguas negras no son tratadas y se vierten directamente a fosas o letrinas o a los cuerpos de agua superficiales.
2. Campamentos cafetaleros y forestales que, en época de cosecha, incrementan la población flotante y la carga contaminante vertida a letrinas y fosas o directamente a los cuerpos de agua superficiales. En algunos casos esa población puede ascender a 4 000 personas.
3. Instalaciones educacionales y laborales, cuyas aguas negras no son tratadas o lo son deficientemente.
4. Tanques de combustible.
5. Almacenes de fertilizantes.
6. Secaderos de Café.
7. Unidades militares.

Modelación matemática de los procesos de transporte de masas.

Para la adecuada preservación de la calidad de las aguas subterráneas es necesario conocer los factores de control del transporte de masas en el sistema. En la primera aproximación que representa este estudio, se aplicaron sendos modelos generales de transporte de sustancias inorgánicas en las aguas superficiales de algunos ríos seleccionados y en las aguas subterráneas.

Los modelos aplicados son sencillos y resuelven la ecuación general de transporte para flujo unidimensional bajo condiciones de contorno simples, de acuerdo con las sugerencias de UNESCO (Jolankai, 1992). Las condiciones iniciales fueron definidas para concentraciones de partida, equivalentes al valor medio del elemento seleccionado, registrado en las estaciones de monitoreo.

La solución de la ecuación de transporte, se expresó en la construcción de grupos de curvas de Concentración (Conc.) vs Distancia (Dist) de cada uno de los elementos considerados. Para las aguas subterráneas se tuvo en cuenta, además, la afinidad geoquímica definida por el diferente grado de movilidad de los elementos.

Las concentraciones iniciales se tomaron equivalentes a la media aritmética del valor registrado en cada estación seleccionada, de manera que se supuso una inyección instantánea de carga equivalente a tal valor sin que haya aportes ni pérdidas a lo largo del circuito de drenaje simulado. De este modo, se desprecian los procesos de intercambio de cualquier tipo (adsorción, absorción, precipitación, reacciones químicas y semejantes). Las distancias fueron escogidas de diferente modo según el caso. Para las aguas superficiales, los valores de recorrido corresponden al intervalo desde la estación hasta el cierre del área de influencia. Para las aguas subterráneas, en estas primeras corridas, se tomó, para la construcción de la curva de paso, una distancia máxima de 100 m desde el punto de monitoreo (pozo) en la dirección de flujo.

### **Modelación de los procesos de transporte fluvial**

Para la simulación de los procesos de transporte fluvial de sustancias esencialmente conservativas, se tomaron algunos sectores de los ríos que se presentan en la tabla 1.

Para la simulación, se consideró que cada elemento fluvial consistía de un sistema lineal simple, la corriente, en el cual los procesos de transporte vertical y horizontal pueden considerarse instantáneos, lo que significa que cualquier sustancia descargada en la corriente desde cualquier fuente externa, se mezcla instantáneamente en el volumen elemental del cuerpo de agua que se considera.

De este modo, la distribución de la sustancia en cualquier punto  $x$  se representa por su valor promediado  $C$ . De manera general, la expresión más simple que describe el comportamiento de una sustancia conservativa, no sometida a reacciones químicas, es la siguiente:

$$\partial C / \partial t = D_l \partial^2 C / \partial x^2 - v \partial C / \partial x$$

En la que  $C$ , es la concentración;  $t$ , es el tiempo de arribo;  $v$ , la velocidad media de la corriente;  $x$ , el intervalo de distancia y  $D_l$  la dispersión longitudinal, que se tomó como 10 m en este trabajo.

Para las condiciones iniciales de input instantáneo de masa  $M$  en un punto  $x = 0$ , la solución de la ecuación es la siguiente:

$$C(x,t) = \frac{M}{A(4fD_l x/v)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(x-vt)^2}{4D_l t}\right]$$

Como la concentración en función del tiempo en un punto dado  $x$ , aguas abajo alcanza su valor máximo cuando  $x = vt$ ; esto es, cuando el tiempo iguala el tiempo de arribo desde la fuente hasta el punto  $x$ , de manera que:

$$C(x,t) = \frac{M}{A(4fD_t x/v)^{1/2}}$$

Desde el punto de vista práctico, esta expresión permite la estimación de las concentraciones máximas a lo largo de la corriente. Esta fue la empleada en la simulación.

Los resultados, expresados en las curvas de paso Concentración (Conc.) vs Distancia (Dist), se presentan en las figs. 11-14 para algunos elementos.

Fig. 11. Curva de Paso Concentración vs. Distancia.

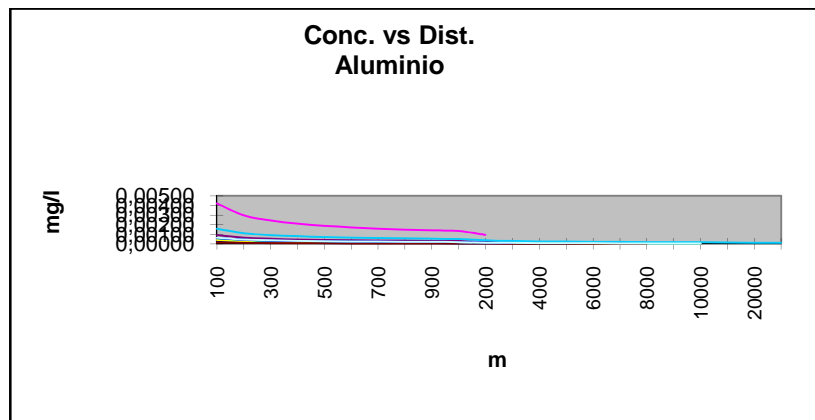


Fig. 12. Curva de Paso Concentración vs. Distancia.

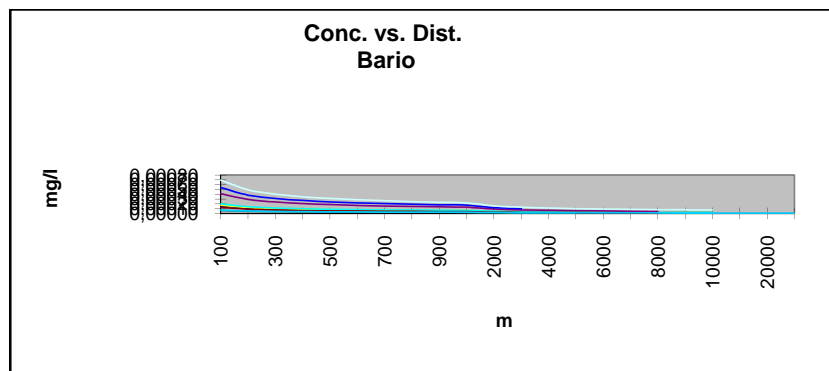


Fig. 11. Curva de Paso Concentración vs. Distancia.

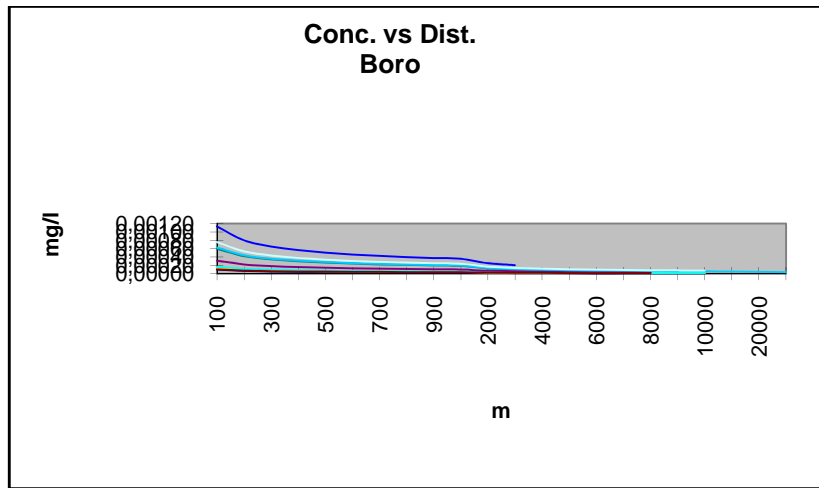
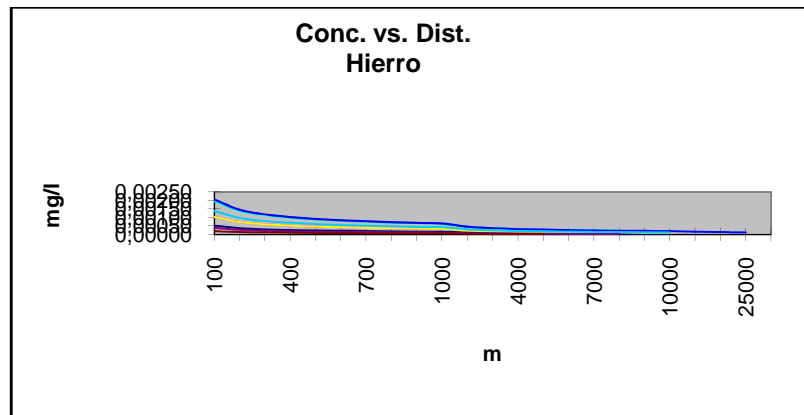


Fig. 13 Curva de Paso Concentración vs. Distancia.



### Modelación de los procesos de transporte en las aguas subterráneas

La ecuación general de dispersión de un contaminante en un acuífero confinado tiene la expresión:

$$E \frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + E \frac{\partial C}{r \partial r} - \frac{Q \Delta C}{2frBp \Delta r} - \frac{C}{2frBp} \frac{\Delta Q}{\Delta r} + \left[ -K \left( C + \frac{1-p}{p} G \right) \right] = \frac{\Delta C}{\Delta t} + \frac{1-p}{p} \frac{\Delta G}{\Delta r}$$

una de cuyas soluciones para el caso de una fuente continua de aporte, sin reacción con la fase sólida, dispersión despreciable y régimen permanente en un acuífero homogéneo e isótropo ilimitado, es la siguiente:

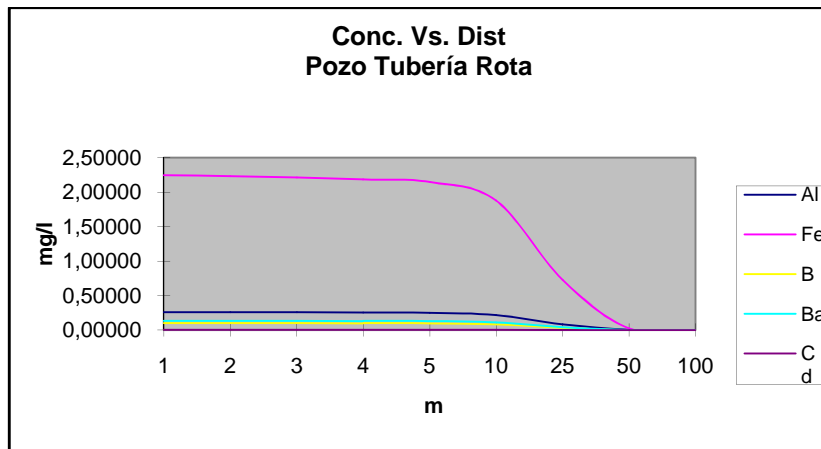
$$C = C_0 \exp\left(-\frac{fBpK_r}{Q} r^2\right)$$

donde,

C, concentración a la distancia x en el tiempo, t; C<sub>0</sub>, concentración de partida; E, coeficiente complejo de la dispersión; p, porosidad; B, espesor del acuífero; G, constante; r, distancia; Q/2frBp, velocidad intersticial a la distancia r del pozo y Q, caudal de recarga o descarga; K<sub>r</sub>, coeficiente de reactividad agua/roca, que en este caso se tomó equivalente a 0,05.

La curva de paso de varios elementos, para un pozo se presenta, como ejemplo, en la fig. 14.

Fig. 14. Curva de paso de metales seleccionados en un acuífero.



## IV.5. DEFINICION E IDENTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES HIDROAMBIENTALES<sup>1</sup>

Geol. BSc. Leslie F. Molerio León

En las últimas décadas se ha manifestado un interés creciente en el examen y la evaluación de los proyectos hidráulicos, no tan sólo en lo que corresponde al aspecto físico del diseño, sino sobre aquellos que tienen implicaciones respecto al sistema ambiental. La razón de ello debe buscarse, ante todo, en la necesidad de establecer un balance adecuado entre los recursos físicos, biológicos y financieros de una región y su población, a fin de alcanzar los objetivos sociales del aprovechamiento hidráulico.

Los métodos para la evaluación de todos los impactos posibles de los proyectos hidráulicos están, aún, en proceso de desarrollo. Los problemas del análisis, interpretación y presentación son inmensamente complejos cuando un proyecto debe ser evaluado para satisfacer varios objetivos y numerosos impactos. En general, los factores a considerar usualmente incluyen temas del desarrollo económico nacional, la calidad ambiental, el desarrollo regional y el impacto social (Antigüedad et al., 1997; Bird et al., 1969; Custodio y Llamas, 1983; Dansgaard, 1964; de Wiest, 1969; Ferris, 1970; Hem, 1970; Kovacs, 1981; Todd, 1970).

Los indicadores hidroambientales son observaciones o mediciones, expresadas en términos cuantitativos, que permiten describir una componente o acción del sistema ambiental. Por su naturaleza pueden ser físicos, químicos, biológicos, sociales o pueden ser reacciones entre los componentes o entre componentes compuestas (Zalewski et al., 1997).

La descripción de un sistema ambiental es un listado de los diferentes indicadores, llamando así, a un grupo selecto de componentes. En este sentido, el **indicador** es un término que depende estrictamente del observador pero, sin embargo, ello no significa una completa subjetividad por parte de éste, ya que muchas componentes del sistema se cuantifican en ciertas unidades aceptadas universalmente.

Por ello, por ejemplo, existen **normas, estándares y regulaciones**, que expresan los límites tolerables o admisibles de un cierto componente para el medio o el hombre. En ciertos casos, el estándar puede ser cero, para indicar que un componente particular no debe estar presente, o también puede ser el valor de un cierto indicador con el cual deben compararse otros valores. Los **índices** relacionan el indicador para un cierto componente con el estándar establecido para él. Expresa, por tanto, cuán deseable o no es tal componente para el hombre y el medio.

El hombre suele ser el componente dominante de muchos sistemas ambientales. En no pocos de ellos, originalmente fue un componente insignificante. Sin embargo, ha logrado penetrar componentes de las que no formaba parte y ha extendido su influencia importando componentes creadas o modificadas por él. En la actualidad, ya sea por su presencia activa o por su influencia, el hombre es parte de la mayoría de los sistemas ambientales.

- **El agua en el sistema ambiental**

Los sistemas ambientales se basan, todos, en las interacciones entre los componentes físicos y geológicos. La energía solar, como energía importada, reacciona con las componentes físicas y

---

<sup>1</sup> Este reporte es una síntesis de los capítulos Indicadores Ambientales y Evaluación de Impactos sobre las Aguas Subterráneas, del Curso Itinerante de Postgrado sobre Protección de Acuíferos (Molerio, 2000) y del Curso de Postgrado sobre Ecohidrología (Molerio, Guerra, Rocamora y Torres, 2000), respectivamente.

geomorfológicas de una reacción para crear el clima local, y éste reacciona con los elementos geológicos para formar los materiales básicos que dan lugar al suelo. Por ello, el clima, la morfología y la geología forman el Subsistema Físico Químico básico.

En conjunción con las componentes biológicas, se desarrolla el suelo y éste, con la cubierta vegetal, desarrolla el **Subsistema Biológico** que incluye, también, las componentes faunísticas. Ambos subsistemas se integran para formar el **Subsistema Ecológico**.

El incremento de la población y los hábitos gregarios del hombre, creando comunidades cada vez mayores, lo forzaron a desarrollar medidas de control para las interacciones entre y dentro de los grupos de población.

La explotación de los recursos no puede ser ilimitada y, por ello, no todos los componentes pueden ser utilizados en tanto otros son destruidos o disminuyen sus disponibilidades.

En tiempos prehistóricos, el hombre fue uno más entre otros componentes faunísticos. Lentamente desarrolló habilidades que le permitieron competir con mayor éxito con otros elementos de la fauna, reemplazarlos y, finalmente, tomar ventaja de los elementos productivos del ecosistema para su propio beneficio. Eso fue logrado mediante el cultivo de plantas alimenticias y domesticando ciertas especies de animales.

Al desarrollar las prácticas agrícolas, el hombre encontró necesario sustituir la vegetación natural por las plantas que deseaba cultivar. Cuando la producción de alimentos sobrepasó las necesidades individuales y se desarrollaron otras habilidades, como el trabajo con los metales o con la madera, ya la construcción se tornó más especializada, los alimentos y otros bienes fueron canjeados o comercializados.

Se desarrolló así un sistema económico y pronto el medio natural fue objeto de una manipulación y explotación por el hombre, destinada a producir bienestar en forma diferente. Mediante sus nuevas capacidades y, ante sus propios ojos, transformó los subsistemas ecológicos en **Subsistemas Económicos**.

Por ello, la economía es la integración de todos los impactos y las medidas de control del hombre sobre la naturaleza.

El incremento de la población y los hábitos gregarios del hombre, creando comunidades cada vez mayores, lo forzaron a desarrollar medidas de control para las interacciones entre y dentro de los grupos de población.

Estas medidas indican el grado de importancia de la situación ecológica, así como la situación económica. Muestran, asimismo, el grado e influencia de las reacciones de retroalimentación desde fuentes sociales o económicas hacia el subsistema ecológico.

Finalmente, el sistema humano, para garantizar su existencia, requiere de un sistema espiritual integrado por muchos componentes para regular las acciones, potenciales y reacciones de la sociedad y la naturaleza, integrada en la cultura mundial. La cultura, así como los requerimientos sociales y las necesidades económicas, deseos y demandas son, en la actualidad, las fuerzas que gobiernan y manipulan los potenciales de producción de la componente biológica o biótica. La explotación de los recursos no puede ser ilimitada y, por ello, no todos los componentes pueden ser utilizados en tanto otros son destruidos o disminuyen sus disponibilidades

Estas limitaciones conducen a que la manipulación de las componentes tiene que ser controladas dentro de ciertos límites. Así, se establecen reglas para el manejo del entorno encaminadas, ante todo, a regular la utilización de sus componentes. Tales regulaciones son las que conducen, inexorablemente, al concepto de desarrollo sustentable, tan en boga en estos tiempos.

Para evitar confusiones, es bueno destacar que tales regulaciones deben ser válidas para aquellos componentes que, se usen o no, posean un papel importante dentro del sistemas. Por ello, deben ser cuantificados respecto a su utilidad y en términos de localizar dónde se produce un cambio directo o indirecto en cantidad, calidad o la dirección del flujo. Y, en cualquier caso, es imprescindible el establecimiento de regulaciones.

Queda claro entonces que para establecer tales regulaciones sobre aquellas componentes que lo permitan, se requiere del uso de **indicadores**. Identificando éstos y caracterizados cualitativa o cuantitativamente (o ambas), se refieren, como **índices**, a los estándares, establecidos y constituyen las herramientas idóneas para determinar los impactos del hombre y para monitorear los sistemas. Eso significa que los índices deben suministrar información para el uso económico de los sistemas y las normas, estándares y regulaciones deben establecerse para proteger la naturaleza de la sobreexplotación.

En tal contexto deben evaluarse los proyectos hidráulicos. Y en esta dirección debe avanzarse sostenidamente a fin de desarrollar las metodologías y las tecnologías adecuadas para la evaluación del impacto del uso del agua sobre el medio. Muchos autores han señalado la necesidad de mejorar, sustancialmente, los métodos de evaluación de los proyectos hidráulicos. Los efectos sociales y ambientales pueden ser notablemente amplificados si se toma en consideración que los impactos que provoca el uso del agua pueden tener consecuencias a largo plazo, colaterales o de retroalimentación.

Se ha recomendado, incluso, que en la evaluación de proyectos de uso del agua se introduzcan índices relativos a la degradación ambiental, pérdida de agua disponible y pérdida del valor potencial del agua. Normalmente, estos no se incluyen y, aún más, ni siquiera suelen ser tomados en la evaluación de tales proyectos.

A las consecuencias antes mencionadas, debe añadirse que la capacidad de resiliencia del sistema, en estrés real o potencial, por la ejecución de obras que implican el uso del agua, hace que la respuesta ambiental resulte sumamente compleja en virtud de:

- La naturaleza probabilística de los efectos.
- La existencia de efectos cumulativos e indirectos.
- La naturaleza dinámica de los efectos ambientales.

Una de las aproximaciones más completas a la evaluación de los impactos ambientales de las obras hidráulicas lo constituyó el resultado del Proyecto A 3.2 de la Segunda Fase del Programa Hidrológico Internacional de la Unesco (Card et al., 1984)

- **Definición de indicadores hidroambientales**

Los indicadores hidroambientales son aquellos componentes del sistema de tipo:

- Físico



- Químico
- Biológico
- Antrópico

Que pueden ser observados y empleados para revelar información sobre el estado del sistema o parte de él, y sobre los cambios en el mismo. La observación de tales indicadores puede, a su vez, realizarse por medios naturales o con equipos e instrumentos científicos empleando factores físicos, químicos, biológicos, así como estándares para la comparación.

Se pretende que tales componentes hidroambientales puedan ser medidos y empleados para comprender y describir la situación del sistema, de sus potencialidades y de los límites de su uso por el hombre. En consecuencia, algunos de estos indicadores pueden ser seleccionados para cuantificarlos como índices que permitan la conservación y el manejo del recurso.

Los indicadores son de los siguientes tipos:

- Físico-geográficos
- Hidrológicos
- Físico-químicos
- Biológicos
- Socioeconómicos
- Nutricionales y de salud
- Culturales
- **Indicadores físico-geográficos**

Se trata de indicadores que describen la situación geomorfológica y las condiciones climáticas, así como los resultados de la interacción entre las componentes de los sistemas físico-geológicos, morfológicos y humanos. Estos indicadores influyen en el componente hidroambiental. Tales indicadores son:

- Climáticos
- Geológicos
- Edáficos
- de Comunidades Vegetales
- de Geografía humana y económica
- Geomorfológicos

Los elementos que lo integran se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Indicadores físico geográficos**

Indicadores	Componentes
Geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altitud</li> <li>• Pendiente</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red fluvial</li> <li>• Erosión y sedimentación</li> <li>• Glaciación</li> </ul>
Climáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiación</li> <li>• Temperatura del aire y respuesta diurna mensual y estacional</li> <li>• Balance de energía</li> <li>• Precipitación</li> <li>• Evaporación</li> <li>• Humedad del aire</li> <li>• Viento (velocidad y dirección)</li> </ul>
Geológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustrato geológico</li> <li>• Minerales útiles</li> <li>• Litología y tectónica</li> <li>• Sismicidad</li> </ul>
Edáficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de suelos, variedades y series</li> <li>• Erodabilidad</li> <li>• Compacidad</li> <li>• Permeabilidad</li> <li>• pH y composición físico-química</li> <li>• Coeficientes de campo y de marchitez</li> </ul>
Indicadores de comunidades vegetales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura relativa de comunidades vegetales significativas</li> <li>• Evapotranspiración</li> <li>• Representatividad</li> </ul>
Geografía humana y económica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red vial</li> <li>• Uso de la tierra: agrícola, asentamientos, minería o potencial minero, industria, energía hidráulica (o potencial hidráulico)</li> </ul>

- **Indicadores hidrológicos**

Estos indicadores describen la cantidad de agua, tipos de agua, comportamiento de los tipos de agua y el carácter físico del agua y de las conducciones. Son los siguientes (Tabla 2):

- Precipitaciones.
- Escurrimiento.
- Configuración del lecho fluvial.
- Relación lecho-plano de inundación.
- Flujo superficial.
- Condiciones en los estuarios.
- Lagos naturales y estanques.
- Embalses y obras de regulación.

- Acuíferos.

Tabla 2. Indicadores hidrológicos

<b>Indicadores</b>	<b>Componentes</b>
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nieve y almacenamiento glaciar</li> <li>• Lluvia</li> <li>• Escurrimiento superficial (incluyendo el almacenamiento en lagos)</li> <li>• Evaporación</li> <li>• Transpiración</li> <li>• Almacenamiento subterráneo</li> </ul>
Escurrimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga hiperanual.</li> <li>• Fluctuaciones, almacenamiento, descarga y frecuencia del escurrimiento anual.</li> <li>• Características del régimen en aguas altas.</li> <li>• Características de las avenidas.</li> <li>• Características de los caudales bajos.</li> </ul>
Configuración del lecho fluvial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morfometría de las secciones.</li> <li>• Sedimentos suspendidos y del fondo (propiedades físicas, químicas y su granulometría).</li> <li>• Pendiente longitudinal y perfil de equilibrio.</li> </ul>
Relación lecho-plano de inundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de aguas en el plano de inundación.</li> <li>• Frecuencia de inundaciones y duración de las mismas.</li> </ul>
Características del flujo superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de formación del flujo.</li> <li>• Líneas de flujo.</li> <li>• Perfiles longitudinales de los ríos.</li> <li>• Transporte de sedimentos.</li> <li>• Carga química y orgánica.</li> </ul>
Condiciones en los estuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrusión marina.</li> <li>• Deriva litoral.</li> <li>• Deposición de sedimentos.</li> </ul>
Lagos naturales y estanques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morfologías: área, profundidad, exposición al viento, tipos de bancos.</li> <li>• Balance hídrico.</li> </ul>
Embalses y obras de regulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos.</li> <li>• Caudales de entrega y volumen de almacenamiento.</li> <li>• Balance hídrico.</li> <li>• Propiedades físico-químicas de las aguas.</li> <li>• Azolvamiento.</li> <li>• Zonación vertical.</li> <li>• Relación con los acuíferos.</li> </ul>
Características de los acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución geológica y acuosidad de las diferentes unidades tectonofaciales.</li> <li>• Expresión morfológica de las unidades hidrogeológicas.</li> <li>• Régimen de las aguas subterráneas.</li> <li>• Condiciones de flujo y organización del escurrimiento subterráneo.</li> <li>• Espesor de la zona no saturada.</li> <li>• Sistemas de flujo.</li> </ul>

---

- **Indicadores físico-químicos**

Estos indicadores deben proveer información sobre los aspectos de calidad de las aguas y de su potencial para cambiar sus características físicas y químicas como consecuencia de reacciones entre las componentes físicas, químicas, biológicas y, en cierto grado, con las componentes antrópicas.

Las componentes físicas son:

- Escorrentía superficial: carácter del flujo, transporte de sedimentos, sedimentación y erosión.
- Aguas en estanques: influjo, energía lumínica, transparencia, absorción de luz, transformación de luz en calor, zonación vertical, variación de la temperatura en los estratos, turnover, características de las mezclas, sedimentación.
- Lagos y embalses: estratificación térmica y química debida a las diferencias entre las aguas que ingresan y las almacenadas.
- Aguas subterráneas: variaciones interanuales de temperatura, conductividad eléctrica y salinidad

Las componentes químicas son:

- Sólidos Disueltos Totales
- Sólidos Suspendidos Totales
- Carbono Orgánico Total (TOC)
- pH
- REDOX
- Conductividad Eléctrica de las Aguas (SPC)
- Gases totales disueltos
- Salinidad total
- Alcalinidad y acidez
- Dureza
- Capacidad de buffering
- Oxígeno disuelto (OD)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Materia orgánica disuelta
- Macroconstituyentes
- Nutrientes (ciclos del N y del P)

- Metales pesados y microelementos
- Componentes orgánicos específicos (proteínas, grasas, carbohidratos, pesticidas, petroquímicos, detergentes)
- Radioactividad
  - **Indicadores biológicos**

La situación biológica presente en un medio es la expresión viviente de la cantidad, calidad e interacciones entre los componentes físicos, hidrológicos y químicos, de un lado y su reacción con los componentes biológicos de otro.

La presencia o ausencia de organismos indicadores y el comportamiento de la componente biológica suministran información, también, sobre el fondo físico-químico del sistema. Por ello, muchos impactos se expresan en los indicadores biológicos. Estos indicadores se expresan (Tabla 3):

- En el área de la cuenca.
- En las aguas de escurrimiento.
- En lagos naturales, lagunas y embalses.
- En las aguas subterráneas.

**Tabla 3. Indicadores biológicos**

Indicadores	Componentes
Componentes biológicos en el área de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de comunidad vegetal y perturbaciones.</li> <li>• Estado trófico (producción de biomasa y turnover)</li> <li>• Ciclo de nutrientes.</li> <li>• Capacidad de intercambio catiónico de los suelos</li> </ul>
Componentes biológicos en aguas de escurrimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importación de nutrientes mediante las aguas subterráneas.</li> <li>• Potencial trófico y producción real a lo largo de los cursos de agua.</li> <li>• Cultivos.</li> <li>• Composición de la fauna de fondo y la flora a lo largo de los cursos de agua.</li> <li>• Vectores de enfermedades.</li> <li>• Organismos indicadores de contaminantes orgánicos e inorgánicos, contaminación y grado de autodepuración.</li> <li>• Población de peces y diversidad.</li> <li>• Perfil de O<sub>2</sub> y DBO.</li> </ul>
Componentes en lagos naturales, lagunas y embalses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción primaria y potencial</li> <li>• Diversidad de flora y fauna en las zonas trofogénicas.</li> <li>• Diversidad de la flora y fauna en las zonas trofolíticas.</li> <li>• Componentes químicos como el P y el N y su variación estacional en los diferentes estratos.</li> <li>• Organismos específicos</li> </ul>
Indicadores para las aguas subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación fecal (<i>E. coli</i>)</li> <li>• Producción de biomasa</li> <li>• Componentes químicos como el P y el N y su variación</li> </ul>

	<p>estacional en los diferentes estratos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes químicos que indican contaminación xenobiótica</li> </ul>
--	--

- **Indicadores socioeconómicos**

Los componentes humanos de un sistema son el resultado del uso del potencial ecológico. Tales componentes (Tabla 4) ofrecen información sobre:

- La presión del hombre sobre la naturaleza.
- El grado de éxito alcanzado en la transformación de los recursos naturales en bienes de consumo y en valores necesarios para operar los subsistemas económicos y sociales.
- El grado de éxito alcanzado por la sociedad y los individuos en la nutrición y en la salud.
- El grado de éxito en la realización de las ambiciones culturales de la sociedad y los individuos.

**Tabla 4. Indicadores socioeconómicos**

Indicadores	Componentes
Presión sobre el entorno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de población</li> <li>• Requerimientos económicos: estándar de vida deseado o PNB deseado</li> </ul>
Nivel de éxito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de la población (distribución por edades).</li> <li>• Diversidad vocacional.</li> <li>• Ingreso familiar.</li> <li>• Tamaño de la familia.</li> <li>• Fuentes de ingreso.</li> <li>• Razones y diversidad de los gastos</li> <li>• Ahorros.</li> <li>• PNB real por hombre (o familia).</li> <li>• Producción agrícola por unidad de área para cultivos selectos.</li> </ul>
Indicadores socioeconómicos complementarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de energía por persona y por año.</li> <li>• Políticas de tenencia de la tierra.</li> <li>• Riego.</li> <li>• Urbanización.</li> <li>• Actividades laborales y capacidad de trabajo.</li> <li>• Facilidades recreacionales.</li> </ul>

- **Indicadores de salud y nutrición**

Las medidas técnicas que se adoptan en los ambientes humanos se destinan a mejorar las condiciones de vida de la población y deben resultar en una calidad de vida superior. Disponer de suficiente agua y comida es uno de los medios para alcanzar este propósito y, en combinación con otras medidas preventivas y de salud garantizan el incremento de la esperanza de vida de las personas.

Las componentes de atención a la salud, los peligros sobre ésta y la nutrición revelan en qué medida la presión tecnológica del hombre sobre el medio ha sido exitosa para lograr una población sana en un medio saludable. Los indicadores de salud y nutrición son (Tabla 5):

- Situación general de la salud.
- Grado de atención a la salud.
- Higiene pública.

Tabla 5. Indicadores de salud y nutrición

<b>Indicadores</b>	<b>Componentes</b>
Situación general de la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de nacimiento.</li> <li>• Tasa de mortalidad.</li> <li>• Mortalidad infantil.</li> <li>• Esperanza media de vida.</li> <li>• Distribución de la población por edades.</li> <li>• Crecimiento de la población.</li> <li>• Densidad de población.</li> </ul>
Grado de atención a la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médicos por habitante.</li> <li>• Camas en hospital/población</li> </ul>
Higiene pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de la vivienda.</li> <li>• Seguridad del abastecimiento de agua.</li> <li>• Disposición de los desechos humanos.</li> <li>• Grado de vacunación.</li> <li>• Enfermedades de la piel.</li> <li>• Parasitismo intestinal.</li> <li>• Parasitismo pulmonar y de la piel.</li> </ul>
Indicadores específicos de la situación de la salud:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de infecciones pulmonares y respiratorias.</li> <li>• % de infecciones intestinales respecto a otras enfermedades.</li> <li>• Tasa de mortalidad debida a enfermedades pulmonares, respiratorias e intestinales.</li> </ul>
Indicadores específicos de peligros potenciales para la salud:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de parásitos intestinales, en la sangre y en la piel.</li> <li>• Presencia de vectores de parásitos en el sistema.</li> <li>• Presencia de parásitos y enfermedades en lo sistemas vecinos.</li> </ul>
Indicadores del estado nutricional:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calorías disponibles per cápita.</li> <li>• Proteínas disponibles per cápita (incluye la proteína animal).</li> <li>• Consumo de vitamina A.</li> <li>• Consumo de vitamina C.</li> <li>• Consumo de Riboflavina.</li> <li>• Relación altura/peso corporal en la población preescolar.</li> <li>• Anemia.</li> </ul>

- **Indicadores culturales**

Originalmente, las prácticas culturales han sido herramientas para el mejor manejo del entorno humano y para la solución de conflictos. Ciertamente, el desarrollo socioeconómico ha motivado

que muchas de estas prácticas hayan perdido su importancia y otras su sentido o su significado. Sin embargo, muchas de ellas aún están presentes y cambiarlas rápidamente o no tomarlas en consideración puede producir una fuerte retroalimentación negativa en el desarrollo del sistema. Los indicadores culturales son (Tabla 6) del tipo siguiente:

- De importancia social.
- De importancia social y cultural.
- De importancia cultural y ecológica.

**Tabla 6. Indicadores culturales**

Indicadores	Componentes
De importancia social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Background étnico.</li> <li>• Organización de la estructura familiar (derechos de la madre y del padre).</li> <li>• Prácticas de la propiedad de la tierra.</li> <li>• Distribución del trabajo y la oportunidad entre sexos.</li> <li>• Organización de las políticas tribales y de grupos sociales.</li> <li>• Herencia laboral.</li> </ul>
De importancia socio-cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Totemismo.</li> <li>• Tabúes.</li> <li>• Prácticas religiosas y creencias especiales.</li> <li>• Existencia de terrenos sagrados.</li> <li>• Sitios arqueológicos.</li> </ul>
De importancia cultural y ecológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos sagrados.</li> <li>• Reservas de vida salvaje.</li> <li>• Potenciales para el establecimiento de reservas especiales.</li> </ul>
De importancia cultural y socioeconómica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas educacionales.</li> <li>• Alfabetismo.</li> </ul>

- **Indices hidroambientales**

Los índices son los límites cuantitativos de los indicadores. En tal contexto, la cuantificación normalmente significa, pero no está restringida, a una cierta cantidad o concentración que puede ser el valor del límite máximo o mínimo permitido. No olvidar tampoco que “sí” o “no” pueden, también, representar una cuantificación.

Los índices que conciernen a la acción del hombre sobre el entorno se restringen, fundamentalmente, al uso del medio o de los componentes ambientales. Como ejemplo pueden citarse las normas de agua potable en diferentes países o los estándares para el uso de las aguas superficiales en el abastecimiento, o para el riego, en los cuales los índices se expresan en los rangos de ciertos elementos químicos, la salinidad total o la concentración permitida de *E. Coli*.



En otro contexto, los índices son utilizados para la nutrición y ofrecen información sobre, por ejemplo, cuántas calorías per cápita por día se requieren para diferentes actividades ocupacionales y la cantidad necesaria de incorporación de vitaminas y elementos traza.

Tales índices intentan constituir medidas de protección al hombre o proteger las fuentes directas de alimentación y agua. Aún no existen índices para la protección de la naturaleza a largo plazo pero, en su conjunto, los índices que se relacionan en este epígrafe desempeñan un papel importante en los sistemas naturales aún cuando, en la actualidad, estén lejos de poder ser cuantificados.

Como quiera, la aplicación de estos índices ofrece una idea muy precisa del desarrollo de un sistema natural, de las afectaciones que se prevén o han ocurrido, o de los impactos potenciales sobre ellos.

Los índices hidroambientales son, por tanto (Fig. 7 y Tabla 7), los siguientes:

- Índices de Recursos.
- Índices Ecológicos.
- Índices Sociales, económicos y culturales.

Los objetivos de los índices hidroambientales son: proteger la vida humana y proteger el potencial utilizable del recurso

- **Índices de Recursos**

Aquí el término “recurso” indica que el énfasis principal se pone en el uso potencial del sistema o de un componente del sistema por el hombre. Por ello, el índice recurso muestra el cambio del potencial del sistema o de sus componentes.

En este caso, los índices que se desarrollan deben establecerse con el propósito de proteger la vida humana, fundamentalmente la salud y proteger el potencial útil del recurso o del recurso componente. Por ello, el asunto concierne al medio ambiente o a sus componentes, como las hidrológicas, que están estrechamente administradas y sometidas a prácticas ingenieras por el hombre.

Entre ellos, deben destacarse los recursos que se dedican:

- Para el abastecimiento de agua potable e industrial.
- Para la alimentación y la producción de alimentos.
- Para la producción de energía.
- Para la explotación minera.
- Para la recreación.

Los índices que cubren los recursos para el abastecimiento de agua son:

- Nivel de fondo (Background) hidrológico.
- Nivel de fondo (Background) químico natural.

- Contaminación o potencial de contaminación derivado del alcantarillado, desechos industriales o la atmósfera.

Las fuentes de abastecimiento de agua (superficiales y subterráneas) deben satisfacer un cierto número de requerimientos de calidad. En tal sentido, por ejemplo, no debe presentar ciertas sustancias químicas por debajo o sobre ciertas concentraciones críticas en dependencia de si el agua será usada sin tratamiento o con tratamiento. Aún cuando el resto de los requerimientos se satisfagan, el potencial de contaminación no suele estar definido.

Para tales propósitos, por ejemplo, existen normativas que establecen los requerimientos de las aguas de alcantarillado antes de ser vertidas a cuerpos de agua natural.

Tratadas o no, las destinadas al abastecimiento deben estar libres de parásitos intestinales o patógenos, de sustancias orgánicas tóxicas o degradables, deben contener ciertas concentraciones de algunos elementos traza, como el flúor, o no deben exceder ciertos límites para otros elementos.

Aquellas que se destinan al abastecimiento industrial requieren, según el caso, cumplimentar otras propiedades.

Las que, sin embargo, deban ser utilizadas con fines de riego o para la ganadería, tienen también que satisfacer no pocos requerimientos según el tipo de cultivo, como son la salinidad o la concentración de determinados metales.

Las fuentes que se destinan al suministro de procesadoras de alimentos son especialmente importantes. En los países industrializados, el mayor potencial en la contaminación de alimentos proviene de la contaminación del suelo con metales pesados derivados de desechos municipales, o en áreas agrícolas a lo largo de carreteras, donde suelen contaminarse con plomo.

- **Indices ecológicos**

Los índices ecológicos realmente no existen, pero deben considerar tanto la componente abiótica (hidrológico, climático, físico y químico) como la componente biótica.

Entre las componentes abióticas, las siguientes:

- Cantidad y calidad del escurrimiento superficial.
- Cantidad y calidad del escurrimiento subterráneo.
- Volúmenes de explotación de los recursos hídricos.
- Variación anual de las reservas.
- Variación anual e hiperanual de la evaporación, temperatura del aire y la velocidad del viento.
- Variaciones en la estratificación de la temperatura del aire y del agua en embalses y lagos.
- Cambios en la composición química y calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Entre las componentes bióticas se destacan:

- Uso de la tierra y del agua.

- Estructura de las comunidades animales y vegetales.
- Estructura de la cadena alimentaria.
- Metabolismo del sistema.
- Vulnerabilidad de los ecosistemas.
- Efectos tóxicos de las componentes en el sistema.
- Saprobidad.
- Estado trófico.
  - **Índices sociales, económicos y culturales.**

Los esfuerzos del hombre por transformar la naturaleza se orientan hacia el objetivo básico de mejorar la situación social, económica y cultural de la población en un determinado medio ambiente.

Por ello, todos los cambios producidos o inducidos por el hombre deben medirse y cuantificarse respecto a tales objetivos, sin desconsiderar el efecto complementario del tiempo. En la evaluación de la situación, así como en el desarrollo e implementación de los índices correspondientes, no debe perderse de vista que los beneficios deben alcanzar no sólo la generación actual, sino a las futuras. Tiene la misma importancia, por ejemplo, para las siguientes dos generaciones.

Los índices socioeconómicos y culturales pueden agruparse en (Tabla 8):

- Índices de salud y nutrición
- Índices de la situación económica
- Índices socio-culturales

**Tabla 8. Índices sociales, económicos y culturales.**

Índices de salud y nutrición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de médicos e instalaciones hospitalarias</li> <li>• Mortalidad infantil</li> <li>• Componentes nutricionales (índices ajustados localmente para el suministro de proteínas, deficiencia de vitaminas y relación entre el ingreso total de calorías y la demanda de ellas)</li> <li>• Condiciones de la vivienda (ajustadas localmente)</li> </ul>
Índices de la situación económica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro de energía</li> <li>• Tenencia de la tierra</li> <li>• PNB total y PNB por persona o por unidad de terreno</li> <li>• Relación entre el PNB derivado de la agricultura y el que resulta de la industria</li> <li>• Vialidad e infraestructura para transportación/movilización (kilómetros de carreteras o caminos por km<sup>2</sup> de tierra)</li> </ul>
Índices socioculturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analfabetismo</li> <li>• Diversidad de la enseñanza superior</li> </ul>

Las componentes y los efectos ambientales que se esconden detrás de estos índices se traducen, al final, cumulativamente, en dos índices de rango superior, a saber, el Índice de Harvard o cualquier otro que se seleccione para describir el estado nutricional y de salud de la infancia, y la esperanza media de vida. Como señalan Card y sus colaboradores, *“si los impactos del hombre en un determinado medio ambiente son ambientalmente positivos, la esperanza media de vida crecerá y se mostrará en la generación viviente, y la salud y estado nutricional de la niñez preescolar revelará tal efecto en la generación por venir”*.

Es importante destacar (OMM, 1996) que la seguridad alimentaria es el problema más importante en la mayoría de los países con bajo per cápita de producción de alimentos y elevada dependencia de la agricultura. En el mundo subdesarrollado, el abastecimiento alimenticio está por debajo de las 2100 calorías por día por persona, para aproximadamente 1,91 miles de millones de personas, mientras que en los países desarrollados ello alcanza 3300 calorías por día por persona. Más de 800 millones de personas en el mundo están subalimentadas.

Tomando en cuenta que el 88% del incremento de la población mundial en las últimas tres décadas ha tenido lugar en los países en vías de desarrollo, que constituyen el 77% de la población mundial, la seguridad alimentaria es materia de prioridad política en tales países.

Sin embargo, existen factores climáticos e hidrológicos de consideración en el planeamiento del suministro y producción de alimentos.

La seguridad alimentaria involucra al clima como un recurso natural. Las plantas y animales responden a elementos climáticos como a las temperaturas del aire y el suelo, precipitaciones, humedad atmosférica y del suelo, el viento, la radiación solar y la insolación.

La temperatura óptima de un cultivo particular puede ser un factor limitante para otro, ya sea que resulte muy alta o muy baja, en dependencia de la fisiología o la fenología del cultivo y, en última instancia, de la productividad del mismo.

Los requerimientos climáticos también pueden ser diferentes de una región a otra, de acuerdo con la variabilidad de cierto parámetro climático particular, y en correspondencia con la interacción entre la planta y/o el ganado y el medio ambiente de una región particular.

El cambio climático y su variabilidad, las sequías e inundaciones ejercen una influencia directa sobre la producción agrícola y, muchas veces, de modo adverso, particularmente en los países en vías de desarrollo donde no se dispone de medios tecnológicos para contrarrestar los efectos negativos de la variación de las condiciones ambientales.

- **Matrices de evaluación de impactos sobre el régimen y la calidad de las aguas subterráneas**

El régimen y la calidad de las aguas subterráneas pueden ser impactados como consecuencia del uso de la tierra y del agua (Andrieux, 1970; Araguás y Gonfiantini, 1992; Arellano, Molerio y Santos, 1993; Back y Plummer, 1977; Back et al., 1979; Cabral et al., 1992; Clayton et al., 1966; Díaz y Febrillet, 1986; Febrillet et al., 1989; Gutiérrez, Molerio y Bustamante, 1997; Lerman, 1970; Lesser, 1976; Molerio, 1990, 1992a, 1992b, 1992c, 1994; Molerio et al., 1993, 1996, 1997; Sugawara, 1967; Yera y Molerio, 1997).

Sin embargo, no siempre ambas componentes del sistema de flujo son afectadas. Del mismo modo, en la práctica es útil distinguir aquellos efectos que se producen sobre el régimen de los que se ejercen sobre la composición química y, en última instancia sobre la calidad de las aguas subterráneas.

Ello se debe, en particular, al hecho de que la amplificación de los efectos es diferente ya que los cambios se expresan en distintas unidades de tiempo y se propagan de forma diferente sobre el acuífero.

Cualquier sistema comprende un conjunto de componentes físicos y geométricos, un grupo de acciones exteriores al sistema, y unas leyes de funcionamiento. Para los propósitos de simulación es necesario describir cuantitativamente, además, el dominio de influencia, las condiciones iniciales, y las condiciones en los límites (Barends, 1978; Bear, Zaslavsky e Irmay, 1968; Biot, 1941; Bredov et al., 1986; Mangiun, 1982; Molerio, 1985; Myers, 1966; Taylor y Cary, 1964; Wallick y Tóth, 1976).

El modelo conceptual ya fue resumido al tratar la definición del sistema. Conviene detenerse en la concepción general de las leyes de su funcionamiento.

Las relaciones causa-efecto en el carso no son obvias. Cuando un cierto estímulo (E) llega al sistema, le suministra un determinado valor adicional de energía (ESS).

En dependencia del estado inicial del sistema (EIS), lo que en otros términos significa el nivel de energía interna que posee en ese instante, éste responderá con cierta inercia, asimilando y transformando tal estímulo y entregando un cierto valor de energía liberada (ELS). Debido al carácter probabilístico de la entropía, de acuerdo con el balance termodinámico que tenga lugar, ocurrirá o no un cambio hacia un nuevo estado inicial dentro de la tendencia general del sistema a moverse hacia niveles de incremento de entropía (de acuerdo con la segunda ley de la termodinámica).

La modulación de las respuestas del sistema, es decir, su inercia ante el estímulo, es una de las fuentes de estocacidad del movimiento. Asimismo, indica que cualquier transformación no ocurre linealmente y, del mismo modo, que los cambios hacia nuevos EIS son irreversibles. Ello no niega la existencia de algunos ciclos cerrados en el sistema, sino que, por el contrario, éstos afirman la fuerte influencia, en el movimiento, de la componente de tendencia (Carnahan, 1976; Case y Welch, 1979; Kennedy y Lielmsz, 1973; Molerio, 1985, Terlietsky, 1975).

Las transformaciones de energía que tienen lugar, por lo general, ocurren sin aproximación al equilibrio térmico. Las formas de relieve constituyen una clara manifestación de la parte de energía ESS que se invierte en trabajo, de manera que los efectos medidos a la salida del sistema no son más que niveles de energía remanentes de la energía disipada durante el proceso de asimilación y transformación del estímulo.

Tal inversión de energía es la causante del mecanismo de retroalimentación que tiene lugar en el carso y que afecta cada nuevo proceso.

De este modo se deducen cualitativamente tres características fundamentales de las leyes que rigen el funcionamiento del sistema:

1/ las transformaciones no son lineales;

---

2/ los procesos son irreversibles, y

3/ el sistema se retroalimenta.

Una buena aproximación a la representación de la realidad se logra aplicando técnicas de control de sistemas no lineales con retroalimentación, discriminando adecuadamente las no linealidades, ya sean analíticas o no.

Uno de los problemas más importantes que se confrontan en el diseño de tales sistemas y, en general, en la correcta apreciación del comportamiento del carso se deben, precisamente, a la invalidación del principio de superposición, ya que la relación causa-efecto (input-output) deja de ser directamente proporcional. Ello equivale a decir que la forma de la respuesta transitoria a los estímulos escalonados no puede encontrarse en la sumatoria de las respuestas a estímulos escalonados o a entradas oscilatorias o con pulsaciones. Por tal razón, las componentes no lineales no poseen una función única de transferencia.

Sin embargo, quizás uno de los problemas más serios que resultan de la inaplicabilidad del principio de superposición es el que concierne a la supresión de la relación formal entre el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia en los sistemas no lineales, lo que implica que no parece posible calcular la respuesta en tiempo a partir de la respuesta en frecuencia o viceversa. Esto tiene una importante consecuencia en cuanto a las posibilidades de predicción del comportamiento del sistema, lo cual está estrechamente vinculado a sus condiciones de estabilidad.

Es interesante que los sistemas no lineales pueden ser completamente estables o totalmente inestables y además, pueden presentar oscilaciones sostenidas de amplitud finita, es decir, ciclos cerrados o límite, cuya existencia depende del tipo, magnitud y modo de aplicación al sistema de la función de forcing.

Por ello, los elementos del régimen de las aguas subterráneas, circunscribiendo el análisis a los efectos sobre la física del sistema, que suelen ser afectados, son los siguientes:

- Recarga
- Sobreexplotación
- Salinización del acuífero
- Salinización del suelo
- Avance de la intrusión marina
- Reservas
- Recursos de explotación
- Evaporación
- Evapotranspiración
- Escurrimiento superficial
- Gradiente hidráulico
- Dirección del flujo
- Percolación
- Mezcla de horizontes acuíferos
- Mezcla de aguas superficiales y subterráneas
- Velocidad de flujo

- Tiempo de tránsito (renovación)
- Relleno de grietas
- Propiedades físicas del acuífero

En cuanto concierne a la composición química y la calidad de las aguas subterráneas, los siguientes elementos son los que se afectan con mayor frecuencia:

- Metales pesados tóxicos
- Macroconstituyentes tóxicos
- pH
- T°C
- Sólidos en suspensión
- Materia flotante
- Adsorción + intercambio iónico
- Grasas y aceites
- Conductividad Eléctrica Específica (SPC)
- Sólidos sedimentables totales
- Hidrocarburos y fenoles
- Nutrientes Nitrogenados
- Nutrientes fosfatados
- Mineralización
- Atenuación natural
- Relación de Absorción de Sodio (SAR)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Coliformes
- Biodiversidad subterránea
- Radioactividad

Las afectaciones sobre el régimen y la calidad de las aguas ocurren tanto en el dominio espacial, referidos a los puntos de muestreo, como en el temporal. En el dominio espacial el tratamiento es más efectivo en tanto el efecto de las acciones sobre el sistema puede ser cuantificado respecto a los índices (normas, estándares) establecidos para el caso que se trate, como muestran las siguientes alternativas:

- Incremento en los límites de la norma
- Incremento superior a la norma
- Decremento en los límites de la norma
- Decremento inferior a la norma
- Sin variación pero dentro de los límites de la norma
- Sin variación pero por encima de los límites de la norma
- Sin variación pero por debajo de los límites de la norma

Sin embargo, en tanto sistema en movimiento, la identificación y evaluación de los impactos sobre las aguas subterráneas quedarían incompletos si los efectos (favorables o no) no se categorizan a escala temporal. Para ello es conveniente manejar las siguientes alternativas:

- Impacto favorable a corto plazo
- Impacto desfavorable o no deseado a corto plazo
- Impacto favorable a mediano plazo

- Impacto desfavorable o no deseado a mediano plazo
- Impacto favorable a largo plazo
- Impacto desfavorable o no deseado a largo plazo
- Persistente a corto plazo
- Persistente a mediano plazo
- Persistente a largo plazo
- No influye

La Tabla 9 muestra la simbología adecuada para el trabajo con las matrices. Las Tablas 10 y 11, por su parte, reflejan la estructura de la matriz para la evaluación de impactos sobre el régimen y la calidad de las aguas subterráneas.

**Tabla 9. Simbología para las matrices de evaluación de impactos sobre el régimen y la calidad de las aguas subterráneas.**

<b>Dominio Espacial Símbolos</b>	<b>Significado</b>
+	Incremento en los límites de la norma
>	Incremento superior a la norma
-	Decremento en los límites de la norma
<	Decremento inferior a la norma
=	Sin variación pero dentro de los límites de la norma
∩	Sin variación pero por encima de los límites de la norma
½	Sin variación pero por debajo de los límites de la norma
?	Falta información para la evaluación
	No requiere ser evaluado
<b>Dominio Temporal Símbolos</b>	
<b>C+</b>	Impacto favorable a corto plazo
<b>C-</b>	Impacto desfavorable o no deseado a corto plazo
<b>M+</b>	Impacto favorable a mediano plazo
<b>M-</b>	Impacto desfavorable o no deseado a mediano plazo
<b>L+</b>	Impacto favorable a largo plazo
<b>L-</b>	Impacto desfavorable o no deseado a largo plazo
<b>PC</b>	Persistente a corto plazo
<b>PM</b>	Persistente a mediano plazo
<b>PL</b>	Persistente a largo plazo
<b>NI</b>	No influye

**Tabla 10. Matriz de impactos sobre la calidad de las aguas subterráneas**

Acciones/ Efectos	Metales pesados	Macrocons ti-tuyentes	pH	T°C	Sólidos en suspensión	Materia flotante	Adsorción	Grasas y aceites	SPC	Sólidos sedimenta	Hidrocarburos	Nutrientes	Nitroenad	Nutrientes fosfatados	Mineraliza	Atenuación natural	CAE	DBO	DQO	Coliformes	Biodiversidad	Radioactividad





- Fertilización
- Almacenamiento de combustible
- Almacenamiento de sustancias tóxicas
- Rectificación de ríos
- Descarga de efluentes
- Inyección de residuales

Adicionalmente debe destacarse que, en el examen de los impactos sobre las aguas subterráneas es necesario manejar los términos de atenuación natural, en tanto los acuíferos exhiben diferente capacidad de autodepuración, saturación residual o retención de contaminantes, en dependencia de sus indicadores de vulnerabilidad intrínseca (Molerio, Flores y Menéndez, 1997).

---

## IV.6. ANÁLISIS AMBIENTAL DEL MEDIO MARINO COSTERO

Dr. Pedro M. Alcolado y Beatriz Martínez-Daranas

Por el carácter líquido del mar y por la fuerte influencia que sobre éste ejerce la tierra, el análisis ambiental del medio marino costero ha de ser enfocado dentro de un contexto muy particular donde las interacciones entre ecosistemas adquieren un carácter fundamental. Consecuentemente, la gestión ambiental en ese entorno requiere de un enfoque holístico, abarcador e integral.

El ecosistema costero de Cuba es un complejo con componentes bióticos y abióticos fuertemente interconectados sometido a la influencia de variadas actividades socioeconómicas tanto en tierra como en el mar. Las acciones en la Isla Principal (contaminación urbana e industrial, deforestación, diques y embalses de agua, entre otras) han mostrado tener una fuerte influencia sobre el estado ecológico de los cuerpos de agua interiores (macrolagunas). La influencia de la contaminación desde tierra se siente incluso a grandes distancias de las fuentes causando afectaciones a algunos arrecifes coralinos al saturarse la capacidad amortiguadora de las bahías. Por otra parte, la alteración de las características del agua ha causado impacto al medio terrestre al provocar la mortalidad de manglares en algunos cayos y en las costas de la Isla Principal. En el caso del Archipiélago Sabana-Camagüey los cuerpos de agua interiores en algunas están formados a manera de bahías conectadas entre sí, de modo que los cambios en unas tienen influencia sobre las otras.

Muchas especies de aguas interiores emigran a las zonas prearrecifales y arrecifales para desovar. Igualmente, numerosas especies de los arrecifes utilizan los hábitats de las macrolagunas como zonas de cría y de alimentación, de modo que se produce un constante intercambio de materia y energía entre esos sistemas.

Los manglares retienen los contaminantes y los sedimentos terrígenos evitando que vayan a parar al mar afectando pastos marinos y arrecifes coralinos. Los pastos marinos, a su vez, retienen aquellos sedimentos que podrían afectar el desarrollo de esos arrecifes. Al mismo tiempo, estos últimos brindan protección a las costas (manglares y playas) y a los pastos marinos.

Entre la Isla principal y los cayos se produce un constante pero limitado intercambio de algunas especies que pugnan por encontrar un espacio vital dentro de uno u otro lado donde la naturaleza decide el éxito de dichas especies. El hombre, con la construcción de carreteras sobre el mar (Conocidas en Cuba como pedraplenes) entre estos entornos, violenta ese proceso. Por otra parte, los fenómenos socioeconómicos que operan en la Isla Principal, de diversas formas, tienen su efecto en el destino ecológico de los cayos. En estos últimos se encuentra, a la vez, un potencial de desarrollo que influye notoriamente sobre la sociedad humana en la Isla Principal.

Las actividades socioeconómicas también pueden influir entre sí. Por ejemplo, la pesca excesiva y el uso de prácticas pesqueras nocivas para los fondos y poblaciones afectan el potencial turístico de una región. A la vez, un turismo mal diseñado o un desarrollo industrial mal planificado destruyen los recursos pesqueros.

Estos breves ejemplos de vinculación muestran claramente que el Manejo Integrado Costero es la modalidad que ha de conducir a la protección de los recursos naturales y a avanzar hacia la meta del desarrollo sostenible del medio marino costero de Cuba.

El análisis ambiental marino, de la misma forma que el manejo de sus recursos (PNUMA, 1996), abarca la solución de problemas a corto y largo plazo. Los problemas a largo plazo incluyen: erosión de la línea de costa y las playas, posible cambio climático con el consiguiente incremento del nivel del mar y cambio de los patrones hidrológicos, la acumulación de contaminantes y sus efectos sobre las especies y hábitats, y el creciente desarrollo de las áreas costeras y de tierra adentro que resultan en modificaciones de la cantidad, calidad y patrones del curso comportamiento de los aportes a las aguas costeras. Como problemas a más corto plazo se tienen: daños por tormentas, impactos de dragados y rellenos, y sobreexplotación de los recursos pesqueros, arena, corales y manglares.

Tomando en cuenta a PNUMA (1996) en una referencia al manejo costero, se deduce que cualquier análisis ambiental del medio marino costero debe enfocar y llevar hacia la protección de importantes procesos ecológicos. Entre los factores vinculados a esos procesos están:

- el importante papel que desempeñan las aguas dulces y marinas en suministrar y renovar nutrientes, materia orgánica y oxígeno, y en la regulación de la salinidad del agua;
- la radiación solar que es fundamental en la productividad biológica de las zonas marinas poco profundas;
- las tasas de mezcla que intervienen en el intercambio de gases con la atmósfera, el ciclo de nutrientes y la remoción de residuales.

Consecuentemente las acciones que alteran los volúmenes y patrones temporales de aportes de agua dulce y marina, que afectan la transparencia del agua marina, y que alteran los patrones de mezcla de masas de aguas y de éstas con la atmósfera, resultan en el deterioro del funcionamiento, estabilidad, productividad y biodiversidad de los ecosistemas marinos.

En el análisis y manejo ambiental hay que tener en cuenta diversos recursos componentes como son: elementos físicos, químicos y geológicos; sistemas naturales biológicos (flora, fauna y ecosistemas) y recursos no renovables; recursos de construcciones; recursos culturales, arqueológicos y patrimoniales; el sistema oceánico, el sistema atmosférico; los paisajes; y los sistemas recreativos (PNUMA, 1996).

Consideramos que todo análisis ambiental y todo proyecto de inversión debe tomar en cuenta los impactos que causan y reciben a escala regional, nacional provincial y comunitaria. A escala regional puede producirse, por ejemplo: la disminución de un recurso compartido (especies migratoria y metapoblaciones), la exportación de contaminantes, la demostración de una experiencia ejemplar de desarrollo sostenible, un rechazo político de otros países por acciones que los perjudican o por dar ejemplos negativos de desarrollo para la comunidad de otros países, etc. A escala nacional puede producirse: pérdida neta de capital por inversiones sectoriales no coordinadas y por enfoques económicos erróneos, incompletos y a corto plazo (desarrollo aparente); pérdida inconsciente de soberanía por sometimiento de las empresas a la presión de inversionistas extranjeros, prestigio y apoyo internacional por asumir posiciones ejemplares de desarrollo sostenible y protección de la biodiversidad, etc. Al nivel de comunidad

puede tener lugar: la limitación de acceso a zonas de interés económico y recreativos, la destrucción de recursos con pérdidas de opciones de empleo, la generación de empleos y de nuevas capacidades laborales, interferencia con los patrones morales y estéticos locales, la exportación neta de gran parte los ingresos a otras zonas del país, la contaminación del aire y el agua, la imposición de criterios externos sin consulta ni consenso, falta de apoyo u oposición de la comunidad en los proyectos, etcétera.

Para el análisis ambiental marino se impone además reconocer cuales son los ecosistemas más representados e importantes de nuestra plataforma por su extensión, y por sus contribuciones en bienes y servicios ambientales: los arrecifes coralinos, los pastos marinos (seibadales) y los fondos blandos (fangosos y arenosos). En este breve espacio se ofrece, en forma lo más concisa posible, información sobre algunas características pertinentes al manejo ambiental de esos sistemas ecológicos. También se brinda información sobre los tensores más importantes que afectan al medio marino, así como indicadores más necesarios para el análisis ambiental que requieren las evaluaciones de impacto ambiental, el establecimiento de líneas bases ecológicas, inspecciones ambientales, monitoreo, etc. No se pretende ser exhaustivo sino aportar una introducción a un tema que puede requerir la edición de varios volúmenes.

- **Algunos indicadores bióticos y abióticos**

Tratar sobre el arsenal de indicadores bióticos y abióticos que se han probado en el mundo es penetrar en un tema muy amplio y polémico. Cada autor (e incluso al nivel de proyectos regionales e internacionales) tiene sus propias preferencias, y no hay escuela o tendencia que no tenga gran cantidad de detractores. Por ello aquí se brinda una cierta cantidad de indicadores sin pretender ser exhaustivos, ni dar recetas preferenciales.

La formación de pregrado y postgrado junto con la práctica de cada cual y las tendencias internacionales (“modas”) van sembrando una confianza relativa en los indicadores que se seleccionan. Con esa verdad relativa (¡que siempre lo es!) nos vemos obligados a avanzar en la gestión ambiental. Ningún indicador, como ningún arte de muestreo, es perfecto ni da la respuesta deseada a todos los problemas que abordamos, por lo que lo recomendable es armarse con una batería razonable de indicadores que de manera efectiva en costos y tiempo nos permitan avanzar en la gestión ambiental. Hay que confesar que en ello hay también algo de arte.

En la tabla 1 se ofrecen algunos ejemplos indicadores que pueden ser útiles para consulta a la hora de analizarse cómo se va a abordar una prospección, línea base, monitoreo, o investigación científica en arrecifes y pastos marinos. No se pretende cubrir los numerosos indicadores generales de contaminación ni gran cantidad de variables ambientales ampliamente referidos en la literatura especializada, sino aquellos que se consideran más importantes para arrecifes y pastos marinos.

En la tabla 2 se brinda una lista de los tensores que más comúnmente causan impactos en el medio marino, y en la tabla 3, una lista de amenazas al medio marino. Cualquier omisión no necesariamente signifique subvaloración, sino también limitación de espacio, mero olvido o desconocimiento. Mucho se le agradecerá al lector cualquier recordatorio o sugerencia.

Tabla 1. Indicadores de salud de arrecifes, pastos marinos y fondos blandos.

<b>ARRECIFES CORALINOS</b>		
<b>Indicadores de estrés</b>	<b>Umbrales y estándares</b>	<b>Fuentes</b>
Algas oportunistas: <i>Chaetomorpha sp.</i> <i>Bryopsis plumosa</i> <i>Dictyosphaeria cavernosa</i> <i>Enteromorpha chaetomorphoides</i> <i>Sargassum filipendula</i> <i>Ulva lactuca</i> <i>Chaetomorpha linum</i> <i>Rosenvingia intricata</i> <i>Cladophora catenata</i>	Predominan o abundan = contaminación (nutricación)	Lapointe y O'Connell (1989), Littler, Littler, Bucher y Norris (1989) en Hernández-Delgado y Alicea-Rodríguez, (1993b), Smith, Kimmener, Laws, Brock, y Walsh (1981) en Lapointe, Littler y Littler (1992), Littler, Littler y Lapointe (1992), Martínez-Daranas (en prep.)
Algas foliáceas o frondosas	Predominan = nutricación con bajo herbivorismo	Lapointe (1989) en Hernández-Delgado (1995)
Algas filamentosas	Predominan = nutricación con alto herbivorismo	Lapointe (1989) en Hernández-Delgado (1995)
Algas coralíneas y corales	Predominan = poca nutricación con alto herbivorismo	Lapointe (1989) en Hernández-Delgado (1995)
Algas microfilamentosas	Predominan = poca nutricación con poco herbivorismo	Lapointe (1989) en Hernández-Delgado (1995)
Algas crustosas y algas calcáreas	Predominan = nutricación moderada, herbivorismo alto y oleaje fuerte	Hernández-Delgado (1995)
Algas de ambientes oligotróficos o mesotróficos: <i>Turbinaria turbinata</i> <i>Polycavernosa debilis</i> <i>Sargassum polyceratium</i>	Predominan = concentración pobre o moderada de nutrientes (no estrés de contaminación)	Lapointe, Littler y Littler (1992)
Biomasa de algas	> 0,6 kg peso seco/m <sup>2</sup>	Beatriz Martínez-Daranas <i>et al</i> (en prep.)
Cobertura por corales pétreos	Disminuida = deterioro	Dustan (1977)
Corales con parches de algas	Abundan = desbalance	Dustan (1977)
Corales área viva fragmentada o parcialmente muerta	Abundan = deterioro	Dustan (1977)
Corales con enfermedades	Abundan = deterioro	Dustan (1977)
Corales con mucus y sedimentos	Abundan = sedimentación excesiva	Dustan (1977)
Corales con daño mecánico (partidos, rozados)	Abundan = deterioro	Dustan (1977)
Corales con mordidas de peces	Abundan = deterioro	Dustan (1977)
Corales depredados por gasterópodos <i>Coralliophila</i> spp. y por el poliqueto <i>Hermodice carunculata</i>	Abundan = deterioro	Glynn (1990), Bruckner <i>et al.</i> (1997)
Gorgonáceos con enfermedades	Abundan = deterioro	Nagelkerken, Bucham, Smith, Bonair, Bush, Garzón-Ferreira, Botero, Gayle, Petrovic, Pors y Yoshioka (1997)
Diversidad y equitatividad de especies de corales, esponjas,	Disminución = deterioro	Alcolado, Herrera-Moreno y Martínez-Estalella (1994), Alcolado (1984)

gorgonáceos y peces		
Invertebrados: <i>Clathria venosa</i> (esponja) <i>Chondrilla nucula</i> (esponja) <i>Mycale microsigmatosa</i> (esponja) <i>Siderastrea radians</i> (escleractinio) <i>Plexaura kuekenthali</i> (gorgonia) <i>Pterogorgia citrina</i> (gorgonia) Esponjas incrustantes delgadas	Predominan = contaminación orgánica	Herrera-Moreno y Alcolado (1983, 1985 y 1991), Alcolado y Herrera-Moreno (1987), Herrera-Moreno y Martínez-Estalella (1987), Alcolado (1990a, 1994), Muricy (1989), Zea (1994) y Alcolado (datos personales)
Cobertura de Zoántidos	Incremento = nutrición o muerte de corales (competidores por el espacio)	Goneaga y Cintrón (1979) en Hernández-Delgado y Alicea-Rodríguez, (1993b)
Esponjas perforantes ( <i>Cliona delitrix</i> , entre otras)	Abundan = nutrición	Rose y Risk (1985)
<i>Aplysina cauliformis</i> (esponja) <i>Siderastrea radians</i> (escleractinio)	Predominan = sedimentación	Alcolado (datos personales)
Herbívoros (erizos, loros y barberos)	Escasean = desbalance	CARICOMP (1994)
Medusas	Abundan = nutrición	Lapointe, Littler y littler (1997)
Dinoflagelados (en vez de diatomeas pennales y centrales)	Predominan = nutrición	Lapointe, Littler y Littler (1997)
Biomasa de bacterias sulfato-reductoras	Alta = eutroficación (en estudio)	M. E. Miravet (com. pers.)
Relación productividad primaria/mineralización	Baja = eutroficación (en estudio)	M. E. Miravet (com. pers.)
Concentración de fosfato reactivo soluble en el agua	> 0,1-0,2 $\mu\text{moles/L}$	Lapointe, Littler y Littler(1992), Bell (1992), Lapointe, Littler y Littler (1997)
Concentración de nitrógeno inorgánico disuelto en el agua	> 1,0 $\mu\text{moles/L}$	Lapointe, Littler y Littler (1992), Bell (1992), Tomascik y Sanders (1985), Smith, Kimmener, Laws, Brock, y Walsh (1981) en Lapointe, Littler y Littler (1992), Lapointe, Littler y Littler (1997),
Concentración de Clorofila a en el agua	0 - 0,3 $\text{mg/m}^3$ = dominan las algas coralinas; 0,3 - 0,4 $\text{mg/m}^3$ = dominan algas filamentosas ----- umbral ----- 0,4 - 0,5 $\text{mg/m}^3$ = dominan los corales blandos; y > 0,5 $\text{mg/m}^3$ = dominan las macroalgas	Lapointe, Littler y Littler (1997)
Concentración de Clorofila a en el agua	0.5 $\text{mg/m}^3$ como promedio anual = umbral	Bell (1992)
Sólidos en suspensión	< 1 $\text{mg/L}$ = normal	Cintrón, García y Geraldés (1994)
Sólidos en suspensión	> 10 $\text{mg/L}$ = crítico	Rogers (1977, 1979) en Hernández-Delgado (1995), Hernández-Delgado, Rodríguez-Class y Martínez-Suárez (1996) y en Hernández-Delgado y Alicea-Rodríguez, (1993b)

Tasa de sedimentación	< 5 mg/cm <sup>2</sup> /día = normal > 10 mg/cm <sup>2</sup> /día = moderado > 15 mg/cm <sup>2</sup> /día = fuerte	Cintrón, García y Geraldés (1994)
Tasa de sedimentación	1-10 mg/cm <sup>2</sup> /día = mínimo a moderado; 10- 50 mg/cm <sup>2</sup> /día = moderado a severo; y > % 50 mg/cm <sup>2</sup> /día = severo a catastrófico	Pastorok y Bilyard (1983) en Hernández-Delgado (1992) y en Hernández-Delgado, Rodríguez-Class y Martínez-Suárez (1996)
Transparencia del agua (o turbidez)	> 30 m = preferible	Cintrón, García y Geraldés (1994), CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Salinidad del agua	34,5 - 36,5 ‰ = preferible	Cintrón, García y Geraldés (1994), CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Temperatura	< 30° = preferible	Cintrón, García y Geraldés (1994), CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Potencial redox en los sedimentos	En estudio	Planté, Alcolado, Martínez-Iglesias e Ibarzábal (1989)

• **Pastos marinos**

Indicadores de estrés	Umbrales y estándares	Fuentes
<b>INTERVALO PLASTOCRONO Y PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA POR HAZ DE <i>THALASSIA TESTUDINUM</i></b>	Baja productividad = perturbación o estrés agudo	Durako (en prensa)
Densidad de haces de <i>thalassia testudinum</i> .	Baja = perturbación o estrés crónico	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994), Durako (en prensa)
Biomasa de <i>Thalassia</i>	Baja = perturbación o estrés crónico	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994), Durako (en prensa)
Producción de <i>Thalassia</i>	Disminuye = eutroficación u otros tensores como cambios de salinidad, temperatura	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Largo, ancho y área de las hojas de <i>Thalassia</i>	Cambios significativos = perturbación o estrés a escala de tiempo intermedio	Durako (en prensa)
Número de hojas por haz de <i>Thalassia</i>	Bajo = perturbación o estrés a escala de tiempo intermedio	Durako (en prensa)
Halodule wrightii o Ruppia maritima	Incremento de la abundancia = eutroficación e inestabilidad de condiciones ambientales	Lewis III y Estévez (1988), Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Biomasa de macroalgas	Alta = eutroficación	Lewis III y Estévez (1988)
Algas epífitas sobre las hojas	Abundan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Algas epífitas calcáreas (de ambientes oligotróficos): <i>Melobesia membranacea</i> <i>Fosliella farinosa</i>	Predominan = condiciones oligotróficas	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)



Algas oportunistas en forma de gruesos tapetes: <i>Spyridia filamentosa</i> <i>Acanthophora spicifera</i> <i>Dasya baillouviana</i> <i>Dictyota</i> sp. <i>Cladophora fascicularis</i> <i>Enteromorpha</i> spp. <i>Caulerpa verticillata</i>	Predominan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Algas oportunistas: <i>Acanthophora spicifera</i> <i>Acetabularia</i> <i>Caulerpa verticillata</i> <i>C. cupressoides</i> <i>Chaetomorpha</i> spp <i>Chaetomorpha linum</i> <i>Cladophora fascicularis</i> <i>Cladophora catenata</i> <i>Dasya baillouviana</i> <i>Dictyota</i> spp <i>Enteromorpha</i> spp. <i>Hydroclathrus clathratus</i> <i>Laurencia poiteaui</i> <i>L. intricata</i> <i>Spyridia filamentosa</i>	Predominan = eutroficación	Zieman y Fourqurean (1985), Lapointe y O'Connell (1989), Delgado y Lapointe (1994), Lapointe, Littler y Littler (1994), Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Diversidad y abundancia del Fitoplancton	Disminución de la diversidad de especies y aumenta el número de células = eutroficación	Lewis III y Estévez (1988)
Dinoflagelados en el plancton: <i>Ceratium hircus</i> <i>Gonyaulax</i> spp <i>Gymnodinium nelsonii</i> <i>Prorocentrum micans</i> <i>Ptychodiscus brevis</i>	Predominan = eutroficación	Lewis III y Estévez (1988)
Cianofíceas Schizothrix en nanoplancton	Predominan = eutroficación y <i>bloom</i>	Lewis III y Estévez (1988)
Diversidad y abundancia de macrozoobentos	Disminución de la diversidad de especies de la macroinfauna y la macroepifauna, y fluctuaciones pronunciadas en la densidad = eutroficación	Lewis III y Estévez (1988)
Poliquetos: <i>Capitella capitata</i> <i>Heteromastus filiformis</i> <i>Mediomastus californiensis</i> <i>Nereia sccinea</i> <i>Polydora ligni</i> <i>Streblospio benedicti</i>	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)
Moluscos: <i>Amygdalum papyria</i> <i>Mulinia lateralis</i>	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)

<i>Mysella planulata</i> <i>Nassarius vibex</i> <i>Tagelus plebeius</i>		
Anfípodos: <i>Ampelisca abdita</i> <i>Grandidierella bonnieroides</i>	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)
Cumáceo: <i>Cyclaspis</i> sp.	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)
Medusas <i>Cassiopeia</i>	Abundan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Biomasa de bacterias sulfato-reductoras	Alta = eutroficación (en estudio)	M. E. Miravet (com. Pers.)
Relación productividad primaria/mineralización	Baja = eutroficación (en estudio)	M. E. Miravet (com. Pers.)
Fosfato total	> 0.45 $\mu$ moles/l (hipereutroficación)	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Nitrógeno total	> 25 $\mu$ moles/l (hipereutroficación)	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Oxígeno disuelto al amanecer (hipoxia)	< 3.0-3.5 mg/l OD = eutroficación (tentativo)	Lewis III y Estévez (1988), Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Carbono orgánico disuelto	6-9 mg/l = hipereutroficación (tentativo)	Lewis III y Estévez (1988)
Clorofila a	> 15-20 $\mu$ g/l = hipereutroficación	Lewis III y Estévez (1988)
Materia orgánica particulada o carbono orgánico en los sedimentos	> 15 % = eutroficación	Alcolado (1990b)
Transparencia del agua (o turbidez)	Disco Secchi < 40 cm > 5-7 NTU	Lewis III y Estévez (1988), CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Temperatura	23-30°C = margen de tolerancia de <i>Thalassia</i> para el Caribe. Se ha observado a 32°C en Cuba	Phillips y Meñez (1988), CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Salinidad	Óptimo = 20 y 35 ‰	Phillips y Meñez (1988)
Salinidad	> 37‰ = comienza el estrés.	Martínez-Daranas <i>et al</i> (1996)
Granulometría	Incremento de fracción fangosa en sedimento superficial = eutroficación	English, Wilkinson y Baker (1997)
DBO <sub>5</sub>	<2 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	Nemerow(1972), NC (1987)
DBO <sub>5</sub>	<1 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	EAJ (1972)
DBO <sub>5</sub>	<4 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	R.C.S.D (1913)
DQO	<4 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	R.C.S.D (1913)
Potencial redox en los sedimentos	En estudio	Planté, Alcolado, Martínez-Iglesias e Ibarzábal (1989), English, Wilkinson y Baker (1997)

**FONDOS BLANDOS (FANGOSOS Y ARENOSOS)**

Indicadores de estrés		Fuentes
Gruesos tapetes de macroalgas oportunistas: <i>Spyridia filamentosa</i>	Abundan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)

<i>Acanthophora spicifera</i> <i>Dasya baillouviana</i> <i>Dictyota</i> sp. <i>Cladophora fascicularis</i> <i>Enteromorpha</i> spp. <i>Caulerpa verticillata</i>		
Algas epífitas sobre la muy escasa vegetación presente	Abundan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Especies de algas oportunistas	Predominan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
<i>Halodule wrightii</i> (yerba oportunista) en la escasa vegetación si está presente	Predominan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Densidad de vástagos de <i>Thalassia</i> si está muy escasamente presente	Baja = eutroficación o sedimentación intensa	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994), autores (en prep.)
Biomasa de <i>Thalassia</i> si está muy escasamente presente	Baja = eutroficación o sedimentación intensa	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994), autores (en prep.)
Productividad de <i>Thalassia</i> si está muy escasamente presente	Baja = eutroficación o sedimentación intensa	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994), autores (en prep.)
Diversidad y abundancia de macrozoobentos	Disminución de la diversidad de especies de la macroinfauna y la macroepifauna, y fluctuaciones pronunciadas en la densidad = eutroficación	Lewis III y Estévez (1988)
Poliquetos: <i>Capitella capitata</i> <i>Heteromastus filiformis</i> <i>Mediomastus californiensis</i> <i>Nereia sccinea</i> <i>Polydora ligni</i> <i>Streblospio benedicti</i>	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)
Moluscos: <i>Amygdalum papyria</i> <i>Mulinia lateralis</i> <i>Mysella planulata</i> <i>Nassarius vibex</i> <i>Tagelus plebeius</i>	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)
Anfípodos: <i>Ampelisca abdita</i> <i>Grandidierella bonnieroides</i>	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)
Cumáceo: <i>Cyclaspis</i> sp.	Predominan = anoxia	Lewis III y Estévez (1988)
Medusa <i>Cassiopeia</i>	Abundan = eutroficación	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Biomasa de bacterias sulfato-reductoras	Alta = eutroficación (en estudio)	M. E. Miravet (com. pers.)
Relación productividad primaria/mineralización	Baja = eutroficación (en estudio)	M. E. Miravet (com. pers.)
Fosfato total	> 0.45 $\mu$ moles/l (hipereutroficación)	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Nitrógeno total	> 25 $\mu$ moles/l	Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)

	(hipereutroficación)	
Oxígeno disuelto al amanecer (hipoxia)	< 3.0-3.5 mg/l OD = eutroficación (tentativo)	Lewis III y Estévez (1988), Lapointe, Tomasko y Matzie (1994)
Clorofila a	> 15-20 µg/l	Lewis III y Estévez (1988)
Transparencia del agua	Poca = eutroficación o resuspensión de sedimentos	CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Materia orgánica particulada en los sedimentos	En estudio	Alcolado (1985)
Temperatura	No establecidos	CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Salinidad	Normalmente muy variable. Por fuera 35-37‰ comienza el estrés	CARICOMP (1994), English, Wilkinson y Baker (1997)
Granulometría	Muy variable en condiciones normales. No establecidos	English, Wilkinson y Baker (1997)
DBO <sub>5</sub>	<2 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	Nemerow(1972), NC (1987)
DBO <sub>5</sub>	<1 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	EAJ (1972)
DBO <sub>5</sub>	<4 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	R.C.S.D (1913)
DQO	<4 mgO <sub>2</sub> /L = eutroficación	R.C.S.D (1913)
Potencial redox en los sedimentos	En estudio	Planté, Alcolado, Martínez-Iglesias e Ibarzábal (1989), English, Wilkinson y Baker (1997)

Tabla 2. Tipos de tensores que producen impacto en los ecosistemas y especies marinos

**Físicos**

1. Sedimentación (tupición, rociado, enterramiento)
2. Alteración de dirección y velocidad de flujo de la corriente
3. Alteración del régimen de oleaje
4. Cambios de salinidad
5. Abrasión
6. Golpes
7. Mutilación
8. Desprendimiento
9. Heridas
10. Cambios térmicos

**BIOLÓGICOS**

1. Introducción de especies exóticas
2. Enfermedades (ver ejemplos más abajo)
3. Alteraciones de la trama trófica
4. Distribución limitada de las especies y ecosistemas

**Contaminación**

1. Hidrocarburos y derivados
2. Nutrientes (eutrofización)
3. Materia orgánica (eutrofización)
4. Sustancias químicas (pesticidas, plaguicidas, herbicidas, detergentes, ácidos, álcalis)
5. Metales pesados

**Sobrexplotación**

1. Sobrepesca
2. Pesca incidental (morralla)
3. Alteración de la trama alimentaria
4. Destrucción de fondos por prácticas pesqueras inapropiadas

**Enfermedades**

1. Blanqueamiento de escleractínios, milepóridos, alcionáceos y esponjas
2. Plaga blanca (escleractínios)
3. Viruela blanca (escleractínios)
4. Banda blanca (escleractínios)
5. Banda negra (escleractínios)
6. Banda amarilla (escleractínios)
7. Mancha oscura o *dark spot* (escleractínios, principalmente *Siderastrea*)
8. Aspergilosis (hongo *Aspergillus* que produce carcinoma en abanicos de mar)
9. Pandemia del erizo negro
10. Mancha amarilla en algas calcáreas
11. Tumores en tortugas
12. Moho viscoso o *Slime mold* en la yerba marina *Thalassia testudinum*

Tabla 3. Amenazas al medio marino:

AMENAZAS	TENSORES (DISTURBIOS)	PERTURBACIONES
Pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrepesca</li> <li>• Alteración de la trama trófica</li> <li>• Daño mecánico los pastos marinos y arrecifes</li> <li>• Daño a especies nadadoras (manatíes, tortugas, delfines y cocodrilos)</li> <li>• Molestias a colonias de anidamiento de aves</li> <li>• Contaminación por hidrocarburos</li> <li>• Vertimiento de basura (plásticos, latas, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Destrucción de hábitats</li> <li>• Afectación de la actividad pesquera</li> <li>• Deterioro de los arrecifes coralinos por proliferación de algas</li> <li>• Afectación del buceo turístico</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertimientos orgánicos (comida, heces fecales)</li> <li>• Contaminación microbiana</li> </ul>	
Navegación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño mecánico los pastos marinos y arrecifes</li> <li>• Daño a especies nadadoras (manatíes, tortugas, delfines y cocodrilos)</li> <li>• Molestias a colonias de anidamiento de aves</li> <li>• Contaminación por hidrocarburos</li> <li>• Vertimiento de basura (plásticos, latas, etc.)</li> <li>• Vertimientos orgánicos (comida, heces fecales)</li> <li>• Contaminación microbiana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> </ul>
Buceo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño mecánico a los corales y otros organismos</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Vertimiento de basura (plásticos, latas, etc.)</li> <li>• Vertimientos orgánicos (comida, heces fecales)</li> <li>• Extracción de organismos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> </ul>
Navegación recreativa (de paseo, deporte, caza y pesca)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño mecánico los pastos marinos y arrecifes</li> <li>• Daño a especies nadadoras (manatíes, tortugas, delfines y cocodrilos)</li> <li>• Molestias a colonias de anidamiento de aves</li> <li>• Contaminación por hidrocarburos</li> <li>• Vertimiento de basura (plásticos, latas, etc.)</li> <li>• Vertimientos orgánicos (comida, heces fecales)</li> <li>• Contaminación microbiana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> <li>• Riesgos de salud humana</li> </ul>
Urbanización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación orgánica</li> <li>• Contaminación química</li> <li>• Contaminación microbiana</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Turbiedad del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (pastos marinos y arrecifes)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> <li>• Riesgos de salud humana</li> </ul>
Industrialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación orgánica</li> <li>• Contaminación química</li> <li>• Contaminación térmica</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Turbiedad del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (pastos marinos y arrecifes)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> </ul>
Actividad agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutrificación</li> <li>• Contaminación orgánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (pastos marinos y arrecifes)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación química</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Turbiedad del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> </ul>
Actividad pecuaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutricación</li> <li>• Contaminación orgánica</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Turbiedad del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (pastos marinos y arrecifes)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> <li>• Riesgos de salud humana</li> </ul>
Represamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipersalinización</li> <li>• Disminución de aportes de sedimentos</li> <li>• Disminución de aportes de nutrientes</li> <li>• Desaparición del flujo laminar costero (de manglares)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (pastos marinos, manglares y arrecifes)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> </ul>
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desaparición del flujo laminar costero (de manglares)</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Salinización del suelo de los manglares y tierra adentro</li> <li>• Formación de tómbolos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (manglares y pastos marinos)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> <li>• Erosión del manglar</li> <li>• Riesgos de inundaciones tierra adentro (al desaparecer el manglar)</li> <li>• Salinización del manto freático</li> </ul>
Viales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la velocidad de las corrientes</li> <li>• Alteración de la dirección de las corrientes</li> <li>• Aumento del tiempo de residencia del agua</li> <li>• Alteración del régimen de salinidad</li> <li>• Erosión costera (al destruir los manglares, o por diseño)</li> <li>• Sedimentación (al destruir los manglares, y por rellenos con tierra)</li> <li>• Turbiedad del agua (por la erosión costera y los rellenos)</li> <li>• Interrupción del paso de especies marinas y embarcaciones</li> <li>• Aumento de la fracción fangosa en el fondo</li> <li>• Aumento de la materia orgánica en el fondo</li> <li>• Eutrofización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (manglares y pastos marinos)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> <li>• Riesgos de inundaciones tierra adentro (al desaparecer el manglar)</li> <li>• Destrucción de dunas y playas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desestabilización de dunas</li> </ul>	
Deforestación riparia y de cuencas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentación</li> <li>• Contaminación orgánica</li> <li>• Nutricación</li> <li>• Turbiedad de la agua</li> <li>• Alteración de las características de los sedimentos del fondo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats (manglares, pastos marinos y arrecifes)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> </ul>
Destrucción de manglares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentación en el mar</li> <li>• Pérdida de zonas de cría, alimentación y refugio para peces y crustáceos</li> <li>• Pérdida de fuentes de materia orgánica y nutrientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación de los pastos marinos y arrecifes vecinos</li> <li>• Disminución de recursos pesqueros</li> <li>• Disminución de la productividad biológica</li> </ul>
Rellenos con tierra cercanos a la costa o a ríos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentación</li> <li>• Turbiedad de la agua</li> <li>• Nutricación (fosfatos)</li> <li>• Alteración de las características de los sedimentos del fondo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción local de hábitats (manglares, lagunas, pastos marinos y arrecifes)</li> <li>• Disminución o eliminación de poblaciones</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos y costeros</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> </ul>
Emisarios de residuales urbanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación orgánica</li> <li>• Contaminación microbiana</li> <li>• Nutricación</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Turbiedad de la agua</li> <li>• Alteración de las características de los sedimentos del fondo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de arrecifes y pastos marinos</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Riesgos a la salud humana</li> </ul>
Basureros soterrados y fosas sépticas permeables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación de nutrientes (eutroficación)</li> <li>• Lixiviación de sustancias tóxicas (contaminación química)</li> <li>• Contaminación del agua subterránea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de arrecifes y pastos marinos</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Riesgos a la salud humana</li> </ul>
Actividad militar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño mecánico</li> <li>• Sedimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción local de hábitats (arrecifes y pastos)</li> <li>• Afectación de los paisajes submarinos</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> </ul>



Explotación petrolera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por hidrocarburos</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Daño mecánico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats</li> <li>• Afectación de poblaciones</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> </ul>
Desarrollo hotelero en la costa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión costera</li> <li>• Sedimentación</li> <li>• Nutricación</li> <li>• Turbiedad del agua</li> <li>• Contaminación microbiana</li> <li>• Acceso humano e iluminación de áreas de anidamiento de tortugas</li> <li>• Desbroces (manglares, matorrales, maniguas, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción local de hábitats</li> <li>• Afectación a la población de tortugas</li> <li>• Afectación de la calidad de las playas</li> <li>• Pérdida de potencial turístico</li> <li>• Riesgos a la salud humana</li> <li>• Disturbio de las áreas de anidamiento de tortugas marinas</li> <li>• Pérdida de potencial pesquero</li> </ul>

#### **IV.7. CONTRIBUCIÓN AL ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN DESDE UNA PERSPECTIVA AMBIENTAL**

Dra. Margarita C. Fernández Pedroso

Con el uso de las condiciones y recursos naturales se pone de manifiesto la interacción entre la naturaleza y la sociedad, donde esta última, en su afán de satisfacer sus crecientes necesidades y deseos, actúa como fuerza motriz generadora de los cambios ocurridos en el balance de sustancia y energía de la Biosfera –en la mayoría de los casos- alterando la capacidad de carga de los geosistemas, principalmente los naturales.

La vegetación, con sus múltiples funciones y servicios ha garantizado el sustento de la Humanidad desde los albores de su surgimiento hasta nuestros días; primero fue utilizada de manera espontánea como medio de alimentación, curativo, ritual, protección y recreación espiritual y, con posterioridad, se ha empleado más conscientemente con otros fines a partir de los conocimientos que ganó acerca de la misma

Con la domesticación de las especies vegetales, la Revolución Agrícola, y la Revolución Industrial se operan las primeras alteraciones de la vegetación natural en la mayoría de los países del Orbe. Ello propició, un acelerado proceso de expansión de la asimilación económica, donde la intensa deforestación practicada, -mediante la tala y la quema- se consideró como la principal fuerza de cambio, que ocasionó la mayor declinación del medio ambiente. El espacio ocupado por ese recurso fue reemplazado por áreas de cultivo y de ganadería, las cuales continuaron ampliando sus fronteras y prevalecen aún como los usos de la tierra fundamentales, además de ser los de mayor extensión espacial en el mundo. Al respecto, Myers (1991) y Richards (1990) señalaron que las tierras de cultivo se han incrementado en un área aproximada de 12 millones de kilómetros cuadrados, en los últimos trescientos años, a expensas de los bosques, los humedales y los pastizales.

El Hombre y la Naturaleza constituyen partes de un mismo sistema, conformando una unidad armónica y dialéctica en constante interacción. No obstante, si bien es cierto, que con los adelantos de la ciencia y la técnica el primero ha logrado ampliar la producción de bienes materiales para mejorar su calidad de vida, no menos verídico resulta, que el mismo ha incrementado la escala y el carácter de su actividad desmesurada hasta límites sin precedentes a partir de la década de los años 1950. Esto, ha tenido implicaciones lesivas, –en ocasiones irreversibles- tanto a nivel local –erosión, salinización, acidificación de los suelos, desertificación, anegamiento, pérdida de la fertilidad, etcétera- como regional o global, -efecto de invernadero, elevación del nivel del mar, interferencia de los ciclos vitales, pérdida de la biodiversidad- las cuales atentan contra su propia supervivencia.

Dentro de la diversidad biológica, la vegetación natural ha sido el elemento más afectado por las actividades socioeconómicas, por ello ha sufrido considerable reducción y deterioro en el mundo, y particularmente en los trópicos húmedos. Esta situación ha propiciado la erosión genética de las especies bióticas, que significa consecuentemente, la pérdida de la diversidad biológica, la extinción de las especies y la pérdida de la información genética. Sin embargo, la vegetación, además de constituir una fuente portadora tradicional de materias primas y productos fundamentales para el desarrollo de la Sociedad, también contribuye al mantenimiento del equilibrio planetario y sirve como indicador de los cambios ecológicos

ocurridos en el medio de origen natural o antrópico. Además, constituye el revestimiento del paisaje (Margalef, 1972), por ello, se encuentra expuesta a la influencia directa de las actividades socioeconómicas.

De lo expresado en los párrafos precedentes, se revela la necesidad de preservar la vegetación, no sólo por las bondades que atesora, sino también por la tendencia universal al aumento de su degradación ante la creciente y acelerada acción antrópica sobre la misma, desencadenando efectos perjudiciales que ponen en peligro la calidad ambiental y de vida humana. Ello, unido a los pocos antecedentes de índole teórico-metodológico existentes acerca de la interacción vegetación-medioambiente, constituye una sólida argumentación para centrar el objetivo del presente trabajo en el análisis de ese problema.

- **Interacción vegetación- medio ambiente**

La vegetación es un componente natural que se encuentra representado por sus tipos, los que expresan las combinaciones espaciales del resto de los elementos naturales que los condicionan –sustrato geológico, relieve, agua, suelos, etc.- y sirve además como bioindicador sensible de la conservación del paisaje, pues manifiestan la intensidad y las consecuencias de los efectos de las actividades humanas sobre éste. Constituye un elemento del subsistema natural del medio ambiente, entendido este último como *“un sistema abierto de formación histórica, conformado como producto de las relaciones bilaterales entre la sociedad y la naturaleza, y de relaciones en la sociedad. El medio ambiente es entonces, el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con el que el hombre entra en contacto, modificándolo y utilizándolo para la satisfacción de sus necesidades y a las que él mismo se adapta,”* (Arcia, edit.1994)

Dentro de los geosistemas -considerados como unidades espacio-temporales que constituyen tipos estables de medio ambiente y cuyos límites espaciales están determinados por el uso y la función del territorio- la vegetación asume un papel primordial en las biocenosis que en ellos existen. Esta últimas, son un complejo intercondicionado de componentes vivos y no vivos del medio natural, relacionados entre sí específicamente, por el intercambio de sustancias y energía. El término fue introducido por Sukachev en 1940, (Enciclopedia Soviética edit. 1980)

La vegetación facilita la delimitación y diferenciación de los geosistemas naturales y seminaturales, ella resulta de interés en la determinación de la dinámica de la degradación espacio-temporal de esas unidades ambientales, mediante la comparación del estado pretérito, actual y potencial de la misma.

En los geosistemas que aún conservan su vegetación, la misma conforma núcleos de estabilidad o biocentros que juegan un papel importante, los que se toman como objetivos de interés para la ordenación territorial de los espacios, debido a que presentan poca influencia de origen antrópico y resultan beneficiosos para el mejoramiento de la calidad ambiental y la salud humana. Al respecto, Bucek en 1989, señaló que *“la más alta estabilidad ecológica estará usualmente en aquellos geosistemas cuyas condiciones se encuentren más próximas a las naturales”*.

Sin embargo, como ya se ha expresado, en la actualidad, existen muy pocos geosistemas alejados de la influencia humana en la mayoría de los cuales los procesos de conversión y modificación de la vegetación han primado, debido a la intensa deforestación para otros usos de

la tierra, la cual ha ocasionado alteraciones en las características estructurales y funcionales de la misma con diferentes manifestaciones, en particular en sus dos elementos principales: la estructura (con respecto a la estratificación) y la taxonómica (relativo a la composición florística).

A pesar de los limitados estudios que se han realizado en torno a la concepción teórico-metodológica de las interrelación entre la vegetación y el medio ambiente para el desarrollo de este trabajo se han considerado básicamente distintas fuentes bibliográficas que han tratado diferentes aspectos en relación con el tema, entre las que se mencionan Bucek y Mikulik, 1977; Grebenshikov, 1981; Bucek y Lacina, 1983; Schuelveter, 1986; Vinogradov, 1989 y Fernández, 1993 y CNBIO, 1995.

El conjunto de interacciones que se establecen como resultado del impacto humano en la naturaleza pueden tener diferente carácter en virtud de:

- la aptitud funcional de las condiciones naturales
- las necesidades de la población y la economía
- la estabilidad ecológica territorial
- el uso y la función del territorio
- el tipo, la intensidad, duración y escala espacio-temporal de los impactos
- la cantidad de materia y energía para el sostenimiento de las actividades socioeconómicas

De ellos, el uso y la función del territorio tienen un papel determinante, pues son categorías sociales que tienen lugar mediante la asimilación económica de los espacios en función de las necesidades de la población y la economía, estableciendo las interacciones entre los elementos del medio ambiente.

La complejidad del análisis del conjunto de interacciones que se establecen entre los elementos del sistema Naturaleza-Sociedad, bajo el mecanismo impacto-cambio-consecuencia, requiere de una sólida concepción integradora, por lo que resulta indispensable el apoyo del enfoque geosistémico de la Geografía, como ciencia que estudia esos nexos en el espacio y en el tiempo.

La influencia del hombre en el medio ambiente desencadena distintas interrelaciones, que según Alcántara *et al*, (s/f) pueden ser considerados desde dos ópticas diferentes: intrasubsistémica e intersubsistémica.

- La primera de ellas, la intrasubsistémica, donde se presenta la interacción de factores concurrentes en un mismo nivel de organización se refiere al estudio y conocimiento de la estructura del propio sistema, el papel que juegan sus partes, el modo en que se encuentra organizado. tiene que ver con el estudio de las condiciones internas de un sistema dado.
- La segunda mencionada, la intersubsistémica, en la cual interactúan sistemas entre sí (subsistemas), en un marco sistémico más amplio físico o social comprende, además, del funcionamiento de los propios sistemas involucrados el proceso de

organización que los mantiene cohesionados en un ámbito más amplio físico o social.

Ambas resultan útiles, tanto para contextos naturales como modificados y lejos de yuxtaponerse se complementan. Desde el punto de vista metodológico, el primero de ellos, permitirá el análisis parcial de amplias unidades estructurales en otras más pequeñas, para proceder a su estudio independiente. El segundo permitirá recomponer y vertebrar todo el sistema y contemplar los flujos, tendencias, etc.

En la interacción vegetación-medio ambiente (Fig.No.1), se establecen vínculos de la vegetación con los tres subsistemas del medio ambiente y viceversa. No obstante, aunque en menor cuantía, la vegetación ha tenido efectos negativos sobre algunos elementos naturales y socioeconómicos. Tales, son los casos de las formaciones vegetales proclives a la ocurrencia de fuegos naturales o inducidos y que desatan afectaciones en cadena que influyen en la mayoría de los elementos del medio ambiente; Otras especies, sirven de hospederas a plagas y enfermedades que limitan su utilización por la sociedad y dañan las condiciones de vida humana. También, puede constituir una barrera, por interferir la accesibilidad de la población hacia objetivos comerciales y de servicios, aumentando la distancia de la misma a éstos, así como puede obstaculizar la visibilidad, el acceso del transporte y el funcionamiento de plantas industriales de tratamiento de residuales.

A pesar, de esas consecuencias, se considera que la supremacía de las implicaciones lesivas de las acciones del hombre en la vegetación prevalecen sobre las antes mencionadas, cuyos efectos, se han dejado sentir, igualmente en los elementos del sistema Naturaleza-Sociedad. En particular, los tipos de vegetación reflejan en su comportamiento las implicaciones de las actividades productivas desmesuradas mediante variaciones en su fisonomía y su composición florística. Al respecto, Bucek y Mikulik, 1977 se refirieron a los mismos de manera más abarcadora en relación con las variaciones en "sus especies, composición, estructura, estado, su productividad y también su reproducción y adaptabilidad".

Los cambios dinámicos en el uso de la tierra propiciaron la eliminación total de la vegetación (conversión), por lo que en ese caso, no se conservan ni las características estructurales, ni taxonómicas de ella. Ésto conllevó, al fomento de los espacios agropecuarios y a la ampliación de sus fronteras, así como a la expansión del proceso de urbanización para el desarrollo industrial y de asentamientos poblacionales , que sustituyeron la superficie ocupada por la vegetación natural y que provocaron el estrés ambiental como secuela de éstos.

En ocasiones, otro impacto sobre ese componente provoca su alteración parcial (modificación), por lo que se mantienen algunas características del mismo, tales como algunos de sus estratos, y especies. Entre los principales efectos negativos de la influencia de la sociedad en la vegetación se relacionan en la Tabla No. 1.

**Tabla No. 1 Análisis de la influencia negativa de los elementos del medio ambiente sobre la vegetación**

Elemento que provoca el efecto negativo	EFECTO NEGATIVO SOBRE LA VEGETACIÓN
Relieve	La pendiente favorece la erosión y los deslizamientos, que pueden influir en la vulnerabilidad a la fijación de las especies vegetales al

	sustrato; descortezado por la industria extractiva
Clima	Potencia las condiciones en los espacios para la ocurrencia de fuegos en donde existe el tipo de vegetación pirófila. Los cambios extremos del régimen estacional pueden afectar sus características fenológicas e influir en la productividad biológica
Agua	Su exceso o déficit puede provocar el deterioro o muerte de la vegetación por anegamiento, desertificación, salinización, lavado de nutrientes. Contaminación por transporte de residuales de diferente génesis y otros.
Suelo	Sus factores limitantes pueden incidir en la vulnerabilidad y el desarrollo de la vegetación. Su contaminación puede provocar la muerte de la misma por residuales químicos y biológicos
Población	Extracción y extinción de especies vegetales. Pérdida de la diversidad biológica y de la información genética Introducción de especies indeseables al hombre. Explotación intensa del capital natural
Asentamientos	Pérdida de la diversidad biológica. Extinción de especies, reemplazamiento del espacio por construcción de viviendas
Agricultura	Contaminación por aporte de sustancias tóxicas por uso de fertilizantes químicos y biológicos, destrucción por sobrestoreo. Construcción de obras de infraestructura.
Silvicultura	Deforestación, pérdida de la diversidad biológica, extracción selectiva de especies, construcción de viales o monocultivo de especies
Manejo del agua	Contaminación hídrica y pérdida de la biodiversidad por construcción de obras hidrotécnicas y por procesos de eutroficación
Industria	Extracción de especies para la producción. Reemplazamiento del espacio por instalaciones industriales. Contaminación terrestre. Devastación por actividad extractiva.
Transporte	Afectación por obras de infraestructura y medios técnicos. Contaminación aérea
Recreación	Creación de obras de infraestructura. Afectaciones a la diversidad biológica, por maltrato físico, extracción o contaminación por desechos de la población.

Otra cuestión, que debe ser abordada dentro de estas investigaciones es la inherente al estudio cuantitativo de la incidencia humana en el medio ambiente y en particular para el caso que nos ocupa en la vegetación, a partir de la selección de indicadores representativos que reflejen su comportamiento ante tales acciones.

De acuerdo con lo planteado se requieren esfuerzos en cuanto al estudio inter y multidisciplinario de los cambios en la vegetación y sus consecuencias, lo que presupone primeramente, lograr su caracterización cualitativa y en especial cuantitativa, así como la identificación y cuantificación de sus afectaciones, además de la valoración de sus impactos y las respuestas o adaptaciones ante éstos en los componentes del medio ambiente a escala local y regional. Ello constituye un paso importante para el análisis de las tendencias a la degradación de ese elemento y poder prever su protección.

Al respecto, se incursionó en el estudio del estado de conservación de la vegetación, (Fernández, 1993), referido a la variación del comportamiento que manifiestan las formaciones vegetales ante la influencia de una fuente o factor de estrés ecológico, sobre las mismas, reflejando cambios estructurales y funcionales en sus componentes principales -flora y

vegetación-, lo cual permitió diferenciar cuatro categorías de éste en orden jerárquico decreciente: I. Conservado; II. Medianamente conservado y /o conservado mediante repoblación forestal; III. Poco conservado; IV. No conservado, mediante la aplicación del enfoque tipológico. Para ello, se elaboró un clasificador, donde se correlacionaron los indicadores de mayor en los cambios de los componentes mencionados, entre otros indicadores de carácter socioeconómico y ambientales Este estudio constituye una premisa indispensable, que facilita avanzar en el conocimiento de las peculiaridades del tema de los cambios de la cobertura vegetal ocasionados por el impacto humano, no sólo en nuestro país, sino también en aquellos ubicados en latitudes semejantes a la nuestra.

Otro aporte de interés en torno al tema, resulta el Estudio de la Diversidad Biológica de la República de Cuba (CNBIO, 1995), que constituye un primer antecedente valioso, no sólo por el cúmulo de información que atesora en cuanto al conocimiento del país, sino además, por incursionar en el tema y contribuir al estudio cuantitativo de la vegetación, lo cual constituye una experiencia metodológica importante a considerar para propiciar el estudio integral de la misma.

Aún requiere continuar avanzando en la identificación y la realización de estudios científico-técnicos que posibiliten avanzar en la caracterización cuantitativa del comportamiento de la vegetación en su interacción con los elementos del medio ambiente, para lo cual se deben tener en cuenta la demanda del uso de este recurso por la sociedad, su disponibilidad y accesibilidad natural, su estado actual y la existencia de su capital natural.

---

## **V.8. EVALUACION DE LA FAUNA SILVESTRE PARA UN DIAGNOSTICO ADECUADO DEL MEDIO. UNA CONTRIBUCION AL ANALISIS AMBIENTAL**

Lic. Dayamí Hernández

Para la realización de un análisis ambiental como paso inicial debe conocerse la historia del lugar, que tipo de vegetación y fauna habitaba en el sitio a estudiar y como y en que medida interactuaban con los restantes elementos bióticos y abióticos del ecosistema; conocer además cuales eran las especies dominantes, en que medida dista este ecosistema antiguo del actual y las causas que han motivado la transformación de la cobertura del suelo y en menor grado las que han motivado la desestabilización de las interrelaciones ecológicas como por ejemplo: posibles incendios, actividad agrícola, pastoreo intensivo, deforestación, introducción de especies exóticas, entre otras influencias de origen antrópico y natural.

Como segundo paso se debe proseguir con la realización de inventarios faunísticos que permitan obtener información detallada de las especies que habitan esta región en estudio y conocer posteriormente la riqueza y abundancia de las especies dentro del hábitat, entre diferentes hábitats y en la totalidad del paisaje.

Este paso además de que nos garantiza conocer la diversidad de especies también constituye el primer escalón hacia el conocimiento de la ecología de cada especie, sus interrelaciones con los componentes del medio natural, entre ellos mismos y con el hombre, camino que conduce al conocimiento del funcionamiento de la población y la comunidad. Para ello es importante medir los parámetros poblacionales, como son: la densidad, natalidad, mortalidad, edad, distribución, dispersión y capacidad reproductiva, entre otros.

Según Odum (1989) no es necesario medirlos todos con objeto de obtener una visión suficiente de la población estudiada, ya que de una medición puede resultar otra y a veces es más valiosa una medición exacta de uno o dos parámetros que la medición defectuosa de varios. Estos parámetros nos dan una medida del estado de la población lo cual nos permite saber el comportamiento de la dinámica poblacional durante largos períodos de tiempo, lo que es un indicador del grado de afectación de una población dentro de una comunidad y su repercusión con otras poblaciones del ecosistema, lo cual conllevaría a un mejor manejo de los recursos bióticos dentro de la gestión ambiental.

Después de conocer a fondo las especie que habitan en la comunidad se hace necesario la realización de un análisis y evaluación de hábitat. Para este tipo de análisis es importante tener una relación de los componentes del hábitat fundamentales para el crecimiento y supervivencia de las especies. Para ello se debe tener un conocimiento del estado de la vegetación, del clima, de las características geomorfológicas, de los recursos hídricos, sobre los tipos de suelos, factores que tienen un efecto directo e indirecto sobre todos los organismos vivos.

Leslie W. Gysel (1980), cita a Trefethen (1964) quien señaló que el hábitat es la suma total de los factores del medio ambiente, que una especie dada de animal requiere para poder sobrevivir y reproducirse, (alimento, cobertura y agua) en un área dada. Cada animal silvestre tiene requisitos específicos de hábitat y para cualquier especie, sus números y posible distribución en un área determinada, están limitados por la calidad, cantidad y disponibilidad del hábitat.



---

Para evitar grandes variaciones en la dinámica poblacional de organismos que poseen límites estrictos de tolerancia, debemos saber al menos cuales son dentro del ecosistema los factores o las condiciones ambientales que tienen más probabilidad de ser limitativas ya que son estas precisamente las que merecen una atención más cuidadosa al realizar un análisis ambiental.

En la naturaleza encontramos que existen especies indicadoras del estado de los ecosistemas, también encontramos las especies claves, cuya desaparición influye en el equilibrio de la comunidad, es por ello muy importante determinar cuales son estas especies ya que las mismas podrán alertar sobre el estado de los recursos limitantes dentro del ecosistema.

Seguidamente se debe conocer la capacidad de carga, pues urge tener conocimiento sobre el número máximo de animales de una especie que puede sobrevivir en un ecosistema en las condiciones menos favorables en un intervalo de tiempo dado. De esta forma podemos saber hasta donde se puede ejercer actividad antrópica sin causar daño al medio.

La realización de monitoreos periódicos con encuestas a la población resultaría de gran beneficio, pues a través de estos podemos conocer los valores, necesidades, percepciones y acciones del público, permitiéndonos incrementar la comprensión acerca de sus relaciones con la vida silvestre, y hacer por consiguiente un adecuado uso del análisis ambiental.

Es importante conocer la situación original del territorio que vamos a estudiar, y las transformaciones que ha sufrido para poder valorar el comportamiento de las especies posterior.

Es necesario realizar inventarios de las especies y su interrelación entre ellas para el análisis ambiental, pudiéndose utilizar dos o tres parámetros esenciales.

Existen especies indicadoras del estado de los ecosistemas y especies claves, cuya desaparición nos puede alertar sobre el estado del medio ambiente.

---

## **V.9. ESTABILIDAD ECOLÓGICA. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL TÉRMINO Y PRINCIPALES DEFINICIONES. UTILIDAD EN EL ANÁLISIS AMBIENTAL.**

Daysi Vilamajó Alberdi y Miguel A. Vales García

En un análisis de la evolución de los términos ligados a la Ecología, debemos comenzar explicándonos las relaciones de la ecología con la cultura y la sociedad, pues no es menos cierto que en los momentos actuales, ésta constituye un elemento fundamental en la política de las naciones.

Los análisis ambientales responden a la necesidad del hombre de dar solución a estos problemas de los que forma parte primordial, tratando de conservar para las futuras generaciones todo aquello que la naturaleza nos brinda. No es casual entonces que ya en 1949 Leopold planteara que: "La conservación es un estado de armonía entre el hombre y la tierra."

Debemos entender entonces que el término conservar conlleva tanto la urgencia del hombre por proteger, como la de hacer un uso sostenible de los recursos naturales.

Muchos plantean que las ciencias naturales no dan los instrumentos científicos necesarios para entender el problema ambiental pues consideran una naturaleza sin hombre, mientras que las ciencias sociales estudian un hombre sin naturaleza.

González (1993), en una reflexión teórico-conceptual señala que lo ambiental es una revolución a fondo y que no es la elaboración de recetas para solucionar el problema ecológico, sino una manera de vivir y comprender el pensar del hombre.

Los problemas ambientales existen porque hay problemas entre el ecosistema y el sistema cultural que decide las vías del desarrollo de la sociedad.

El concepto de ecosistema en sus diferentes formulaciones se encamina en general a las relaciones de espacio y funcionamiento entre los diferentes factores bióticos y abióticos, evolucionando en el tiempo desde enunciados como el de Clarke, (1954) que describe el ecosistema o complejo ecológico como "la reacción no sólo de los organismos entre sí, sino también con las condiciones físicas del ambiente" hasta llegar a acepciones más modernas que consideran al Hombre como parte fundamental de éste:

- Maya, 1993: "El ecosistema es un modelo de comprensión de las leyes generales de la vida, lo que existe en la naturaleza, en el universo, en el planeta, son zonas de vida. Ecosistema es eso, zonas de vida."

En la actualidad el problema ambiental no es saber conservar, sino saber transformar para lograr el paradigma del desarrollo sostenible. Debemos entender entonces las leyes del ecosistema para entender el significado del problema ambiental y hacia donde deben encaminarse los análisis ambientales; sobretodo si reconocemos que la ecología es la base sobre la que se construye el pensamiento ambiental. Toda la ciencia moderna nos ha llevado a la ecología y todas las ciencias confluyen a hacer de la ecología el resultado de la ciencia moderna, como ciencia integradora y multidisciplinaria.

Lo primero y más importante que nos ha planteado la ciencia moderna es que todo el sistema de la vida depende de una fuente externa de energía y que por el momento, la energía no es reciclable.

La cadena trófica no es más que una ley de transmisión de la energía de un nivel a otro, con la implicación de los ciclos biogeoquímicos y en la que el flujo es la corriente de energía, y el ciclo es el flujo que retorna.

Maya, 1993 plantea la existencia de seis leyes básicas de la ecología:

1. Ley de la energía, o ley del flujo energético.
2. Ley de la transmisión de la energía, o ley de las cadenas tróficas.
3. Ley del reciclaje de la materia. Los ciclos biogeoquímicos.
4. Ley del nicho ecológico, o ley básica para entender la articulación del sistema como totalidad.
5. Ley del equilibrio.
6. Ley de la resiliencia.

Mateo y Martínez, 1999, plantean que “existe una propiedad, que determina en gran parte el estado ambiental: es la sensibilidad geoecológica de las regiones. La sensibilidad geoecológica o estabilidad potencial (como es definida por T. V. Zonkova, 1985) consiste en una propiedad que define la capacidad de autoregulación y autoregeneración de los sistemas, y que permite absorber en cierto grado los impactos ambientales.”

Estos términos conceptualmente son comparables en contenido a los de resiliencia y estabilidad ecológica, ampliamente utilizados y que igualmente tratan de explicar, en general, la capacidad de un ecosistema para soportar impactos de diferentes magnitudes y recuperarse, sin perder las propiedades que los caracterizan.

Así podemos mencionar que cuando el término estabilidad se utiliza en estudios de vegetación, este se refiere a la permanencia en un estado determinado de la sucesión, mientras que cuando es utilizado por taxónomos, este considera estable al ecosistema cuando este presenta siempre la misma composición de especies, sin embargo debemos mencionar también que a lo largo de la evolución del término, este ha sido igualado indistintamente con el equilibrio biológico específico o poblacional (Dajoz, 1974), o sea, a la estabilidad de las especies, como es el caso de Margalef, 1974, que dice “la estabilidad es, pues, una característica descriptiva de las poblaciones.”

Ruiz de la Torre, 1976, nos da otra concepción cuando explica las condiciones que propician la estabilidad ecológica y relaciona las características de carácter autóctono de las biocenosis, autocontrol del sistema, diversidad elevada y otros.

En general son tomados como medidas de la estabilidad ecológica, los índices de diversidad biológica, el aislamiento, el endemismo, las categorías de conservación de las especies, el estadio sucesional y el grado de amenaza.

Westman, 1978, relaciona los diferentes términos utilizados en torno a la estabilidad ecológica, y los sintetiza en: Términos Generales Descriptivos: Constancia y Persistencia.

Algunos términos utilizados para evaluar la respuesta del sistema a las posibles alteraciones: Resistencia, Resiliencia, Elasticidad, Amplitud, Histeresis y Maleabilidad.

Levins, 1998, reflexiona sobre la necesidad de considerar la estabilidad y el cambio no como características mutuamente excluyentes, sino como parte de las trayectorias necesarias en el equilibrio, y ofrece una fórmula para hallar la estabilidad local a partir de la fórmula teórica de equilibrio local.

La Secretaría de Medio Ambiente de España en la Guía para la elaboración de estudios del medio físico, 1998, define la estabilidad del ecosistema o estabilidad ecológica, cuando “el ecosistema ha alcanzado su estado climax, de forma que un ecosistema pionero puede ser estable aún cuando la biomasa y la producción sean muy diferentes de un año a otro.” Este concepto es el más generalizado y utilizado en la mayoría de los análisis ambientales.

Otro término cuya utilización data de fechas más recientes y que se encuentra íntimamente ligado al concepto de estabilidad es el de la “salud de ecosistemas”.

Según Costanza et al. 1998, la salud de los ecosistemas puede ser descrita a través de características del funcionamiento del ecosistema:

- Homeostasis
- Ausencia de enfermedades
- Diversidad o complejidad
- Estabilidad o resiliencia
- Vigor o visión de desarrollo
- Balance entre los componentes del sistema

Para estos autores el concepto de salud de ecosistemas lo podemos entender como “una medida comprensible, multiescala, dinámica y jerárquica del sistema de resiliencia, organización y vigor”.

Holling, 1987 se refiere a la resiliencia de un ecosistema como la habilidad para mantener su estructura y patrones de funcionamiento ante un estrés.

Otros autores como Mageau et al. 1995, consideran que la resiliencia no es más que la resistencia a las perturbaciones naturales, y que los componentes de la salud del ecosistema son: el vigor (dado por criterios de productividad primaria, ciclo de nutrientes y otros); la organización (relación de especies r y especies k; la relación de especies de ciclo de vida corto con especies de ciclo de vida largo; relación entre especies exóticas y endémicas; grado de mutualismo; extinción de hábitats especializados y otros criterios) y resiliencia (resistencia a perturbaciones naturales).

Costanza et al. 1998, al referirse a la resiliencia señalan que ésta se trata de la habilidad del sistema para mantener el vigor y la organización en presencia de un estrés.

El concepto de resiliencia de un sistema incorpora dos factores. El primero y más común es el tiempo que le tome al sistema para recuperarse de un estrés y el segundo se refiere a la magnitud del estrés, o la capacidad específica del sistema para absorber varios estrés.

Los límites de la estabilidad del ecosistema o resiliencia son corrientemente el tema de muchos debates, y es en este sentido que Holling, 1986, argumenta que el problema de asumir la completa estabilidad global, depende en mucho de los esfuerzos pasados que ha desplegado la Humanidad, para manejar los ecosistemas, en la idea de que los ecosistemas son extremadamente frágiles.

Podemos entonces generalizar diciendo que la estabilidad ecológica, reflejada a través de cualquiera de los indicadores que nos lleven al conocimiento de la salud de los ecosistemas, y sus posibilidades de recuperación ante perturbaciones naturales o antropogénicas, es un aspecto indispensable de evaluar en el análisis ambiental.

- **Metodología.**

Como fue indicado anteriormente, son considerados como medidas de la estabilidad ecológica, diferentes parámetros posibles de calcular a partir de datos primarios tomados en campo, y otros obtenidos del análisis en laboratorio de estos datos. Estos parámetros van encaminados en algunos casos a estudiar la organización, como los índices de diversidad biológica, el aislamiento, el estadio sucesional, y la estructura; otros de carácter funcional como la productividad primaria, y el ciclo de nutrientes; mientras que otros apuntan hacia el conocimiento del grado de conservación, el endemismo, las categorías de conservación de las especies, y el grado de amenaza.

Es común que muchos ecólogos seleccionen la fauna y la vegetación como los componentes indicadores de la estabilidad del ecosistema; esta última resulta consistente por su extensión y por proveer la posibilidad de análisis de los cambios, y capacidad de respuestas ante perturbaciones, como expresión de la resiliencia y la estabilidad.

Cambios/Disturbios → Efectos en la vegetación/Ecosistemas → Respuestas

Entre los métodos más generalizados para el estudio de la vegetación se encuentran los florísticos y los fisionómicos y la combinación de ambos. Los primeros son usados fundamentalmente en estudios botánicos o de la flora, y su valor en los análisis ambientales se comprende de la necesidad de contar con esta información para encaminar medidas de conservación y manejo. Los fisionómicos o estructurales son los usados basicamente por los fitosociólogos y se sustentan en la composición florística, su estructura, distribución, disposición espacial y apariencia externa.

Toda caracterización de la vegetación debe estar acompañada del estudio de las características cuantitativas y cualitativas. Entre las primeras tenemos:

**Diversidad Biológica.** La diversidad biológica se entiende por la variedad y variabilidad de organismos vivos y su interrelación, en los diferentes niveles jerárquicos incluidos los ecosistemas y paisajes; y como término más globalizador, la Estrategia para la Diversidad Biológica de la República de Cuba lo describe como “expresión de la discontinuidad de la vida en la Tierra en sus diferentes manifestaciones: genes, especies, poblaciones, comunidades, paisajes, culturas, así como el reparto de su abundancia y distribución espacial”. Este concepto nos habla de los diferentes niveles jerárquicos en puede entenderse la diversidad biológica, que van desde los de nivel genético hasta ecosistemas y paisajes. Para el cálculo de la diversidad

biológica se han elaborado diferentes índices que enfocan este aspecto como riqueza, abundancia, equitatividad, etc., entre los que encontramos los de Margalef (1974), Shannon, (1948); Brillouin, y Berger-Parker, citados por Magurran, (1988); el Índice de Riqueza de Ecosistemas de Turner (1989), entre otros.

**Abundancia, dominancia y densidad.** La abundancia nos aporta la estimación del número relativo de individuos de cada especie presentes en el área delimitada para el estudio o en áreas muestrales; la dominancia se refiere al espacio ocupado por las especies, mientras que la densidad nos habla de cuál es la distancia entre individuos de la especie. La escala más usada y reconocida internacionalmente es la creada por la escuela de Zurich – Montpellier y conocida como Braun – Blanquet (1932), sobre la cual se han desarrollado modificaciones.

**Cobertura.** Se expresa en términos de porcentaje, ya que es la medida de la superficie cubierta por la proyección de la vegetación en su conjunto o de uno de los estratos por separado, con respecto al área de muestreo. Para evaluar este aspecto se han propuesto diferentes escalas como los de Margalef, (1974), Krajina, (1960) Daubenmire, (1968), y la de Braun – Blanquet (1932), que no por ser de las primeras podemos negar su vigencia, ligada a los principales estudios realizados en el campo de la fitosociología en el campo internacional.

**Productividad primaria o estudios de la dinámica de la biomasa.** Sobre este aspecto existe una voluminosa bibliografía en cuanto a métodos directos, e indirectos; ya que se refiere a la cantidad de materia vegetal acumulada en un área determinada, y esto puede expresarse en peso de materia seca o fresca, en kilocalorías o en gramos de carbono. Aquellos métodos que se refieren a la cantidad de materia, generalmente son métodos directos que mediante muestreo por trampas en el campo estudian la materia seca, y si estudian la acumulación de materia en pie pueden apelar a formas destructivas de muestreo. Los métodos indirectos relacionan la biomasa con un algún parámetro de la vegetación cuya medida no sea destructiva, y provienen generalmente del campo forestal. En muchos estudios los ecólogos apelan al estudio parcial de la biomasa acumulada en la hojarasca o en las raíces y relacionando sus resultados con otros aspectos de funcionamiento del ecosistema como la fenología. Todos los métodos en general relacionan la productividad primaria a los factores climáticos y la dinámica de la biomasa con los cambios estacionales de los parámetros climáticos. Aquí podemos mencionar los estudios de Newbould, (1967), y Whitaker, (1962).

Entre los aspectos cualitativos tenemos:

**Composición florística.** Generalmente se define la flórua del lugar o parcela de estudio, a partir de trabajo en el campo donde se realizan listas florísticas o inventarios por parcelas, con el grado de detalle que el levantamiento requiera.

**Sociabilidad.** Está dada por la distribución de los individuos de una especie, o sea su patrón de distribución. Una vez más nos referimos a Braun – Blanquet (1928), donde se estableció una escala para la descripción de este aspecto cualitativo de la vegetación.

**Fisionomía.** Este aspecto viene dado por la apariencia externa de las plantas, influida ésta en gran medida por las características funcionales. Es decir está referida fundamentalmente al tipo biológico. Entre las clasificaciones de biotipos o tipos biológicos más usadas tenemos las de Raunkier (1934 – 1937), Dansereau (1961), y Ellenberg y Mueller Dombois (1974).

**Estructura espacial.** La estructura puede ser considerada en dos sentidos: la estructura vertical y la horizontal. La primera definida por la distribución de los individuos de las diferentes especies en capas o estratos de distintas alturas que se relacionan directamente con sus tipos biológicos y la segunda, o estructura horizontal la distribución de los individuos de cada especie conformando patrones que caracterizan a las especies y a la vegetación como un todo.

**Dinámica sucesional.** La teoría clásica de la sucesionalidad fue desarrollada por Clements (1936), a partir de la cual se han desarrollado diferentes hipótesis que tienen en común el considerar la existencia de especies pioneras que condicionan con sus características colonizadoras el desarrollo de la biocenosis en equilibrio estable con las condiciones ecológicas o "climax". Es decir que la dinámica sucesional es la medida más directa del grado de estabilidad de un ecosistema.

Por otra parte, una de las metodologías más novedosas para conocer indirectamente la estabilidad de los ecosistemas, o su posibilidad de mantener en el tiempo la estabilidad, es la que se relaciona con el estudio de las "zonas ecológicamente sensibles" (**Z.E.S.**), término propuesto por el PNUMA en la Guía para la confección de Estudios de Nacionales de Biodiversidad y adaptada para Cuba por Rodríguez y Priego, 1998. Estos indicadores definen con claridad las características de las áreas cartografiadas, haciendo énfasis en el grado de naturalidad de los ecosistemas, (endemismo vegetal y animal, valores científicos y socioeconómicos) y en su funcionamiento.

El estudio de las zonas ecológicamente sensibles constituye un eslabón importante dentro del desarrollo de diagnósticos ambientales a niveles regionales, pues en la actualidad no se concibe el desarrollo socioeconómico sin un adecuado conocimiento y planeamiento de los recursos naturales.

- **Estabilidad de los ecosistemas de Cuba.**

En 1995 auspiciado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente se realizó el Estudio Nacional de Biodiversidad en el que se refiere que la diversidad de ecosistemas (42 tipos) y paisajes (6 y 17 tipos de niveles altos y medios respectivamente) está relacionada a la alta diversidad de las especies: 6 500 especies de plantas vasculares (con mas del 50 %) y más de 16 000 especies descritas para la fauna pertenecientes a diferentes grupos, que representan en opinión de los especialistas como sólo el 50 % de la cantidad estimada para la Fauna Cubana, principalmente en grupos de invertebrados, cuyo endemismo está calculado en un 42 %; elementos básicos para definir la salud y estabilidad de los ecosistemas.

En este mismo estudio se identificaron entre otros, las principales amenazas a la diversidad biológica cubana. Estas amenazas conspiran contra la estabilidad de los ecosistemas cubanos. Los principales efectos causados por estas amenazas son los que siguen:

- Alteraciones, fragmentación o pérdida de hábitats/ecosistemas/paisajes.
- Sobreexplotación de especies.
- Contaminación de suelos, aguas y aire.
- Invasión o introducciones de especies.

- Erosión de los suelos.

Atendiendo a estos factores se pueden definir en Cuba 17 **Z.E.S.** distribuidas a todo lo largo y ancho del territorio, que incluyen, desde los ecosistemas de montaña húmedos con muy alta complejidad del relieve con suelos poco productivos, de alta erosión potencial y condiciones hidroclimáticas extremas, hasta los ecosistemas de llanuras litorales y ecosistemas insulares secos a ligeramente húmedos con suelos no productivos y condiciones hidroclimáticas extremas.

Las 17 **Z.E.S.** en las que queda fragmentado el territorio pueden ser agrupadas en seis categorías de orden superior que sintetizan las características más importantes de todos los ecosistemas.

I) Ecosistemas de Montañas Húmedas

II) Ecosistemas de Alturas y Llanuras Interiores Medianamente Húmedas

III) Ecosistemas de Alturas y Llanuras Litorales Medianamente Húmedas

IV) Ecosistemas de Alturas y Llanuras Litorales Secas

V) Ecosistemas de Llanuras Litorales y Sistemas Insulares Secos a Ligeramente Húmedos

VI) Ecosistemas litorales



---

**V.10. INTERRELACIONES AGRICULTURA – MEDIO AMBIENTE.**

Lic. Teresa E. Ayón Ramos

El ser humano, para sus funciones de supervivencia, mantenimiento y reproducción requiere del suministro de alimentos. Desde los comienzos de su vida en el planeta se han sucedido momentos de interacción con la naturaleza, en busca del sustento, cada uno caracterizado por rasgos propios; es por ello que en general se distingue un período inicial que se basó en la recolección de frutos silvestres, complementada por la caza y la pesca, a la que siguieron movimientos temporales que permitían la estancia temporaria en un lugar, con la práctica de cría de ciertas especies animales y el cultivo itinerante del suelo. Una vez comenzada la etapa sedentaria se fue incrementando la destrucción de la vegetación, con vistas a procurarse espacios para cultivar.

Con el decursar de centurias y milenios, el continuo aumento de la población y los procesos de concentración y distribución espacial de la misma, fue inevitable la también creciente interrelación entre las actividades agrícolas desarrolladas por el hombre y el medio ambiente en que ambos coexisten. Pero al adentrarse en la agricultura en sí, considerando su objetivo fundamental la siembra, crecimiento y cosecha de especies vegetales de una parte, así como la cría y reproducción de animales, (de lo que no debe apartarse a los bosques), se evidencian los efectos – no siempre recíprocos – dados por el accionar de una rama productiva sobre la otra, lo que se ejemplifica por la rivalidad en el uso y manejo del territorio.

Tal competencia al interior del sistema agropecuario en primer lugar se manifiesta en la necesidad de ocupar mayores superficies para la realización de una producción, con la colonización de nuevas tierras o expansión de la frontera agrícola, con deterioro irreversible de la cubierta vegetal secundaria, llegando a extrapolarse a áreas forestales.

En su funcionamiento el sistema se ve perjudicado en su interior (al igual que la salud humana) por inadecuadas prácticas agropecuarias y en la aplicación de inversiones técnicas, entre ellas, excesivo empleo de sustancias químicas contenidas en fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, etc. Son notables las dificultades producidas por excesivo riego, la mala disposición de desechos sólidos y líquidos por escurrimiento – infiltración en aguas y suelos que afectan volúmenes y rendimientos alcanzados, introducción de especies y variedades de plantas y razas animales inadaptadas ecológicamente, agotamiento de la fertilidad de las áreas e incremento de sus factores limitantes, etc.

Pero los daños llegarían a reducirse con la conciliación de las actividades, por ejemplo, un conveniente ordenamiento de agroecosistemas y agrosilvosistemas, y también por existir la posibilidad de reaprovechar los recursos en áreas productivas, a reducida o mayor escala, evitando “problemas como la volatilización (contaminación atmosférica), lixiviación (contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas), escorrentía superficial (contaminación del agua superficial) y contaminación epidemiológica”, (FAO, 1966), mediante el tratamiento de residuos orgánicos, o del aprovechamiento de aguas residuales en el riego. Ejemplos al respecto están representados por el fertirriego, preparación de compost, o el uso del biogás.

Son variadas las opiniones, para algunos estudiosos la propuesta de una estructura diversificada del uso de la tierra cultivada, es un medio que reduciría la vulnerabilidad ante

plagas y enfermedades y para el control de la propagación de las mismas. Otra valiosa opción descansa en la difusión y aplicación de la agricultura orgánica, con vistas a evitar la contaminación en la producción de alimentos.

Si el sistema agricultura como unidad de estudio se observa a la vez en sus nexos con el sistema del medio ambiente en su conjunto, resaltan las interrelaciones que se producen con los subsistemas del mismo y sus elementos: Naturaleza (vegetación, suelos, agua, atmósfera) y Sociedad, la cual contempla a la Población (y los asentamientos) y a la Economía (industria – extractiva y procesadora, transporte - vías, turismo, infraestructura – productiva, servicios y redes técnicas).

En cuanto a la vegetación, según su ubicación espacial, tipo y estado de la cobertura, puede experimentar mayores cambios ante el desmonte y laboreo de la tierra, o como alimento para el ganado y dedicación al pastoreo; del mismo modo la penetración en los campos sembrados y pastizales de plantas indeseables son nocivas para el normal crecimiento de los cultivos, su producción y rendimientos. Más grave aún es la lamentable pérdida de biodiversidad, incluyendo el hábitat faunístico y riqueza endémica.

Muy cercano al elemento anterior se encuentran los suelos, recurso natural sobre el que recae el grueso de las acciones, principales receptores de los malos manejos agropecuarios que impactan negativamente en sus propiedades (como los que provocan la pérdida de fertilidad), porque a modo de ciclo, esas transformaciones se convierten entonces en limitantes para su uso, en tanto que las ya existentes dificultan más su aprovechamiento. En este caso se encuentran: erosión, salinización y aridez-desertificación, mal drenaje, mayor manifestación de pedregosidad, sedimentación de partículas o aerosoles, que influyen de forma directa en volúmenes y rendimientos, en el incremento de inversiones para paliar o evitar los problemas surgidos, etc.

Por su connotación para la agricultura el relieve es un elemento de relevancia dado que, según el nivel de complejidad puede constituirse en una barrera para la actividad agropecuaria. Otro renglón a tener en cuenta es la dificultad de acceso que representa el grado de pendiente para la transportación de insumos y las tareas de postcosecha.

A pesar de lo dicho, la necesidad de uso de espacios para la labranza por parte de agricultores minifundarios, o de indolentes propietarios de tierras, provocó – y aún es observable – la siembra de plantas o la cría animal en zonas de pendientes severas y a favor de la misma, lo que se acompaña en gran número de países subdesarrollados con condiciones climáticas y geomorfológicas que favorecen la pérdida de suelos por lluvias intensas, inundaciones y deslizamientos. Se antepone a esta práctica dañina el cultivo en terrazas, por lo general circunscrito a producciones específicas.

Por su parte las aguas, en carácter de superficiales y subterráneas (o contenidas en obras hidrotécnicas), juegan un destacado lugar dentro de los elementos del subsistema Naturaleza, al recibir los embates de labores de siembra, cultivo y cosecha, y de la ganadería, debido a malas aplicaciones de riego que derivan hacia el manto freático, corrientes o depósitos, conduciendo emisiones líquidas, partículas, sólidos, que también pueden depositarse o concentrarse inadecuadamente en los suelos, sin olvidar los inconvenientes de propagarse hasta zonas de mal drenaje, o provocando o acelerando procesos degradantes. Al mismo

tiempo esto limita la capacidad de autodepuración de las aguas y por ende atenta contra su calidad, requerida para la realización de tareas de irrigación a las plantas y la atención al ganado, sin descontar que una impropia actividad agrícola conllevará a la acumulación de sedimentos, sean nocivos o no, que entorpezcan la vida de la pesca marina o la acuicultura.

Con la atmósfera ocurren hechos interesantes al establecer sus interrelaciones con la agricultura, que en su desenvolvimiento eleva polvos, partículas y aspersiones de sustancias químicas, entre las principales emisiones durante atenciones culturales, además de cenizas, gases y humos, producidos con la quema de vegetación primaria y secundaria para introducción de especies o variedades no tradicionales, ampliar superficies de siembras, en la colonización de nuevas tierras. Tales acciones del ser humano, a resultas de cumplir objetivos de consumo y comercialización pueden someterse a otros regímenes que mitiguen sus daños; sin embargo, desde las alturas provienen elementos y fenómenos que no son del todo previsibles ni controlables y que pueden beneficiar o perjudicar al sector económico primario.

Temperatura, radiación y precipitación acusan una marcada influencia sobre la adaptabilidad, crecimiento normal, producciones y rendimientos de cultivos y estabilidad en la cría y explotación pecuaria, en especial de la vacuna (que requiere mayores espacios que el ganado menor de aparición más puntual y reducida territorialmente). La distribución anómala - irregular y no estacional - de temperaturas, precipitaciones y radiación, repercuten en ciclos biológicos de especies vegetales, con la maduración tardía o temprana de frutos, por ejemplo con las sequías se agudiza la presencia de aridez-desertificación. Una medida de control para la protección de las plantas sembradas contra los vientos es la ubicación de barreras forestales en los campos, no obstante, algunos autores le adjudican a las mismas inconvenientes respecto a plagas y enfermedades.

Eventos hidrometeorológicos que desfogon abundantes lluvias, acompañados de fuertes vientos, son amenazas periódicas para la agricultura en determinadas latitudes, de igual modo que granizadas y heladas son azotes para cosechas en otras zonas geográficas.

Pasando a la población y los asentamientos, los vínculos e influencias con las actividades agrícolas pueden apreciarse desde diversos ángulos. Debe señalarse en primer lugar que la cantidad de población y su distribución territorial, localización y número de asentamientos, reflejan notables interrelaciones. Si por parte de una, se urge a la satisfacción de una demanda – estable o creciente – de productos alimenticios para la supervivencia humana, ésta a la vez es fuente de fuerza de trabajo para complimentar tal encomienda.

Al detenernos en el hecho de encontrar a la población dispersa en un área o concentrada en lugares habitados urbanos y rurales, se manifiesta una relación antagónica cuando esos puntos poblados se erigen o se amplían en tierras aptas para labores agropecuarias. El suelo al pasar a uso urbano, contiene no sólo las zonas de viviendas, sino también la infraestructura de servicios y redes técnicas que incluyen, sino que albergan instalaciones productivas en su interior o cercanías, lo que conlleva en el mejor de los casos, a una gradual expansión del asentamiento por las ventajas que ofrece desde el punto de vista económico y de calidad de vida.

De encontrarse la población dispersa o en pequeños núcleos rurales, carentes de servicios y obras higiénico-sanitarias por las dificultades técnicas y financieras que implican su difusión, se

---

convierte en foco de afectación a suelos y aguas, recursos significativos para la producción, al no disponer de los servicios pertinentes.

En escala, en apariencia menor, población – asentamientos – infraestructura, reciben influencia negativa por mal manejo en el agro, en cuanto a vertimientos y cambio en la calidad de las aguas, partículas volátiles, gases y sustancias emitidas hacia la atmósfera, provocantes de daños a la salud. Se añade la competencia dada por la necesidad de abastecer de agua a la población y a las actividades económicas y de servicios que la demandan, cuando las disponibilidades no son suficientes.

La modernización, con inversiones y tecnificación de la agricultura, no debe asumirse como pretexto para reducir superficies a favor de usos urbanos.

El transporte, por su papel en las relaciones económicas entre territorios además de su función movilizadora de la población y de las cargas, así como la infraestructura vial que le acompaña, son poco contempladas como rivales de consideración por el espacio rural. Una vez asentada su importancia, es innegable la necesidad de la existencia de ambos, dada la demanda de insumos, materia prima, fuerza de trabajo, para la comercialización y distribución de los productos cosechados, se requiere valorar el diseño, densidad y estado técnico de las redes viales, las capacidades y tipos de los medios de transporte a transitar por ellas, su inserción en las áreas de producción y el movimiento hacia las zonas y mercados consumidores.

Pero además, al interior de los campos, para el uso del suelo agrícola se prevé la incorporación de vías para la aplicación de labores culturales en las diferentes fases de la actividad hasta llegar a la postcosecha, y que pueden resultar afectadas en su estado técnico e incidir en la calidad del producto, pérdidas y mermas en volumen y en una oportuna comercialización.

Al contrario de lo precedente, en la industria (y el sector de la construcción muchas veces asociado) recae un gran peso como agresor del medio ambiente en su conjunto y en sus elementos componentes por separado. En el caso de sus nexos con la agricultura se evidencian en su mayoría con carácter unidireccional, tanto por la industria extractiva como por la procesadora.

En cuanto al uso del suelo, a partir de las instalaciones, plantas, o áreas de extracción, pudiera ser semejante a los asentamientos por los conflictos que provocan; no obstante, entre sus acciones más relevantes se concentran las de emisiones de gases vapores, olores, sustancias nocivas, vertimiento de residuales líquidos; disposición de sólidos, con el deterioro de aguas y suelos.

Las canteras (para extracción de materiales de construcción) y las áreas mineras en explotación, son ejemplos típicos de emisiones de polvos y partículas que pudieran depositarse a cierta distancia, además de ser degradantes de tierras, que exigen costosas inversiones para su rehabilitación y su empleo en otros usos.

El nivel de nocividad del sector secundario sobre la agricultura y los recursos naturales necesarios para su desarrollo, varía según el nivel tecnológico, la agresividad de sus residuales o la mala disposición, ante la falta de plantas de tratamiento o deficiencias en su funcionamiento.

Pocas veces se menciona un aspecto económico: una instalación de la rama agroalimentaria resulta perjudicada si su materia prima, inconveniente en volumen o especie, o recibida a destiempo, repercute en la estabilidad del procesamiento, calidad del producto terminado o tiempo de elaboración.

Por último se presenta al turismo, sin que ello implique que sea relegado por menor influencia. Por el contrario, el auge que la actividad ha ganado en varias zonas geográficas, confirmando perfil de terciarización a las economías de un número creciente de países, reclama detenerse en sus interacciones.

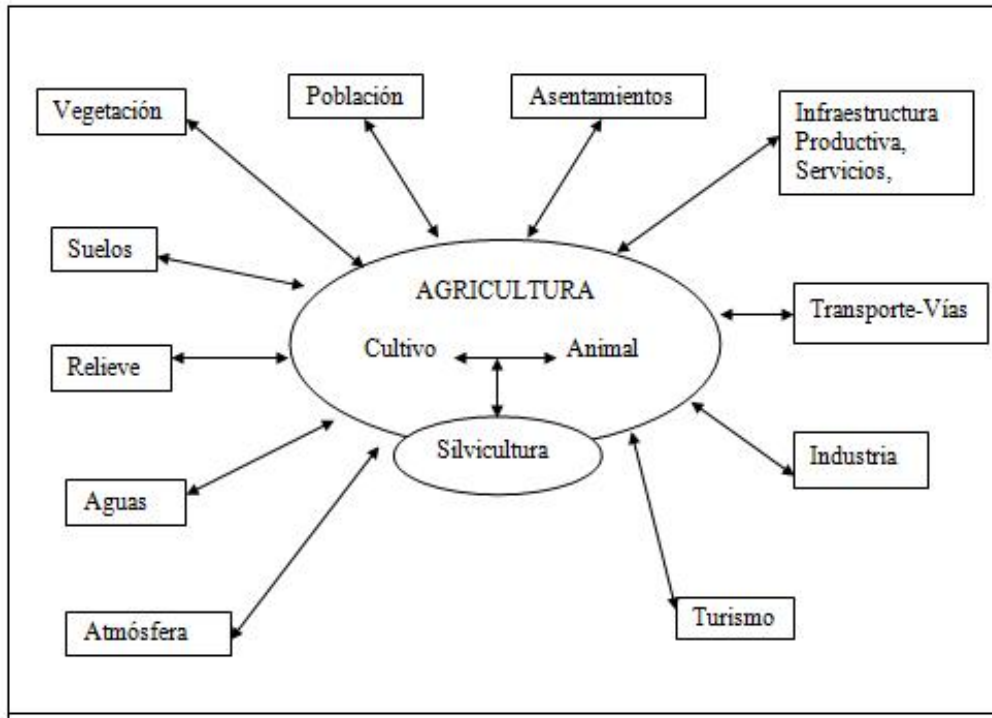
En un momento inicial la atención puede recaer en una demanda específica de productos agropecuarios y sus variedades, con una calidad determinada y con suministro acorde con requerimientos dados. O tal vez para otros sea un contrincante en cuanto a absorber parte de la fuerza de trabajo en actividades colaterales y/o complementarias, o pasar a primer plano los peligros que entraña la acumulación de desechos, el deterioro de la vegetación, etc.

Sin embargo, un aspecto insoslayable es su incorporación a la competencia por el uso del suelo, al no concentrarse el servicio solo en costas y playas. En la promoción y búsqueda de nuevas modalidades y opciones, que incluyen el turismo socio-cultural e histórico-cultural, descanso y recreación, el científico vinculado a la naturaleza mediante el ecoturismo y en particular el senderismo, la actividad se expande hacia zonas rurales.

Tal situación ha motivado cambios en funciones o la multifuncionalidad de estos espacios en algunos países, sobre todo con la incorporación del turismo rural, si se interpreta el mismo como oportunidad para la estancia. No siempre se procura que el visitante se acerque a las características de los elementos naturales de la zona, tradiciones, herencia cultural, costumbres y prácticas productivas del lugar. De ahí que cobre importancia el impacto socioeconómico sobre los pobladores del campo, por la posible afectación a la agricultura al surgir la atracción de empleos hacia otras actividades, con el consiguiente perjuicio para la producción, la ocurrencia de cambios a saltos de patrones de vida de los campesinos, migraciones y descampesinización.

Lo expuesto ofrece una panorámica de dificultades y retos para el desarrollo de una actividad económica tan vital como lo es la agricultura, que debe estar asociado a un uso y manejo ambientalmente sostenible de los recursos, y aunque son necesarias: una mayor voluntad y unidad política para acciones efectivas, la formulación e instrumentación de programas y mecanismos, la promulgación de disposiciones legales, tanto a escala local como global, entre otras medidas (por la índole y repercusiones futuras de los problemas). A pesar de ello, no es menos cierto que la concientización de los problemas que nos afectan a escala planetaria, sin alcanzar la dimensión urgida, ha ido tocado a las puertas de instituciones académicas, organizaciones internacionales y esferas gubernamentales nacionales, ante la necesidad de proteger el entorno y al principal bien de la humanidad: el hombre.

**Principales interrelaciones de la agricultura con elementos del sistema del medio ambiente**



## **V.11. ELEMENTOS PARA UN ENFOQUE ECONÓMICO-GEOGRÁFICO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA EN CUBA.**

Carmen Sara Nápoles Santos

La morfología de la interpretación o lectura medioambiental de los eventos socioeconómicos viene dictada por la pluralidad de elementos innatos a la disciplina geográfica, donde intervienen ineluctablemente las interacciones naturaleza – economía – población, dables en el espacio y en el tiempo. Tales relaciones de carácter subsistémico y, en lo interno de la propia naturaleza y sociedad, insinúan que el medio ambiente conceptualizado en su lógica de sistema exige una condición de partida, como queda evidenciado cuando al ejercer el hombre su actividad, en la esfera material, acciona un mecanismo que comienza a funcionar al ponerse en movimiento una de sus “piezas” claves, que no son más que los impactos disímiles que introducen alteraciones o cambios de intensidad variable en el medio natural, conduciendo a la postre a la aparición de consecuencias, que no sólo repercutirán en la sociedad sino en una larga cadena de carácter reactivo e imprevisible (González y Arcia, 1994). En particular, al abordar aquella área cognoscitiva del saber geográfico involucrada con la industria, lo anterior convoca, en primera instancia, a conceder atención a la influencia que la misma ejerce en los componentes naturales así como las posteriores modalidades de receptividad, en terreno del contexto socioeconómico con el que se relaciona tanto primaria como secundariamente, relación ésta que abre las puertas a consecuencias no calculadas en su real magnitud por los rasgos de imprevisibilidad, que no le son ajenos.

De tal forma, el presente trabajo lo anima el propósito de colocar la atención sobre algunos elementos al enfocar desde el ángulo económico-geográfico ambiental la actividad industrial, concediéndole al referente ramal un lugar para la comprensión de modalidades diversas de accionar espacial y temporal.

En grandes agregados en el país aparecen expresiones ramales que alcanzan un total de veintiuna, algunas de las cuales al poseer un nivel de partida anterior a 1959 el desarrollo posterior les significó una profundización ante todo en la expansión y ocupación de espacios; pueden incluirse en éstas, aquellas que entablaron un diálogo no muy amistoso en materia de interacción medioambiental, en la medida que gestaban afectaciones y efectos negativos por la vía del vertimiento de desechos y residuales contaminantes de agresividad mayor o menor deviniendo en una degradación de la calidad ambiental, a resultas de su proceso productivo.

La actividad industrial en Cuba al triunfo revolucionario, descansaba primordialmente en una planta azucarera enraizada históricamente con una tradición secular de cultura productiva, en la que convergían modos de producir en el ámbito agrícola, que irrumpieron abruptamente con la entonces asimilación inicial del territorio insular por los colonizadores; con la consiguiente implantación y conquista del espacio asumida tal cual, resultaba imposible el que se desprendieran de los rasgos idiosincráticos que portaban consigo, y superarlos, aún cuando las condiciones naturales del territorio hospedero se tornaban bastante distantes por su carácter tropical de su país originario, a raíz de lo cual debutó y se extendió el fenómeno de la deforestación, entre otros posibles. En lo sucesivo del transcurrir de la etapa colonial se fue configurando el entramado de interrelaciones que matizaron el uso del territorio “a favor” de la restricción de áreas según exigía la implantación de distintos establecimientos dada la apertura de perfiles productivos que gradualmente poblarían el campo de la producción material. Muy a

tono con lo antes expresado Arcia (1994) expresaría su aserto de que el mecanismo de distribución de un territorio en lo tocante a sus diversas funciones y los sistemas técnicos, afilian su pertenencia a la esfera de las relaciones de producción y, que si el citado mecanismo varía concomitantemente a la sucesión de regímenes acaecida en la historia cubana, el hoy delineado uso del territorio testimonia, en medida sustancial, aquellos atributos heredados que no se avienen con las condiciones naturales del lugar de operación del geosistema que fuere.

Cabe esperar que la sostenida orientación monorramal de la economía cubana y su larga cadena de interrelaciones fomentada, precisaba para su funcionamiento de un “hermanamiento” con el sector agrícola, único responsable del suministro de la materia prima principal del proceso. Así queda entablado un diálogo que atravesaría y ahondaría la dependencia de la estructura económica de la nación asociado en grado muy alto a una sola rama de actividad, arrastrando consigo interacciones ambientales con el lugar de emplazamiento, al precisar de cercanía a la fuente de materias primas y de fuerza de trabajo, sin descontar su articulación con vías facilitadoras de la accesibilidad de ambos al “lugar central” de confluencia, o sea, el ingenio cuya dotación infraestructural se completaría de modo principal con la red energética garante del funcionamiento del proceso.

La Revolución vertebraría su accionar en el campo económico ante todo, con la industria azucarera, sostén fundamental de su economía y renglón emblemático de exportación. El referente azucarero es insoslayable por su significación en el estudio de las afectaciones extensivas al suelo y las aguas, entre otras, que de modo secular atestiguan su presencia en el paisaje rural cubano, por lo que cabe esperar que los desechos de la producción azucarera han persistido en gravar con acentuada agresividad, los numerosos puntos de la geografía cubana donde esté emplazado un central azucarero pues la transformación no puede no estar en la vecindad de la fábrica. Así su permanencia obligó a una gradual toma de conciencia ambiental, no siempre de igual ritmo al que avanzaba el proceso de industrialización, como expresión dinámica en el trayecto hacia el desarrollo económico y social.

Del grupo cercano a las veinte ramas que se iría completando luego del paso de cuatro décadas, en dependencia de aquellas que asumirían papeles protagónicos o no, sobresale por su larga data la actividad extractiva en materia minera, en particular en los extremos occidental y oriental de la Isla; en el caso de este último orientado al níquel y el cobalto, su historia pasada contempla determinados períodos en el que lo esencial de su explotación, no estribó en el logro de una compatibilidad necesaria con su dimensión ambiental, sino la incidencia de un grave acento negativo al emplearse tecnologías contaminantes sin el respaldo de estudios sobre la capacidad de asimilación de tales efectos negativos, con especial énfasis en la atmósfera a causa del aire expelido durante las variadas operaciones fabriles a que es sometido el mineral.

Asimismo se afirma que a resultas del pasado proceso inversionista, que no reparó en el elemento medioambiental de las normas de ejecución de los proyectos, esto provocó que en el momento presente por insuficiencia en la disponibilidad de fondos financieros, se dificulte la instalación de plantas de tratamiento, a pesar de que otra parte las ya incorporada al proceso, funcionan limitadamente en no pocos casos.

Por su parte, la rama química generadora de nocivas consecuencias por la elevada concentración en la provincia capital así también en las inmediaciones de algunas otras ciudades portuarias de gran peso específico como Matanzas, Cienfuegos, Nuevititas y



Santiago de Cuba han contribuido al deterioro de esos cuerpos de agua y de la biodiversidad asociada a tal recurso. Baste la breve referencia ramal antecedente, que aunque manifiestan una distribución geográfica disímil en un período de mayor o menor dilatación temporal, comparten una categórica afectación al medio ambiente testimoniando de tal manera el vínculo indisoluble entre la naturaleza y los distintos perfiles ramales característicos del conjunto del sector industrial, pues lo acontecido en la esfera productiva por un sistema de vasos comunicantes da de bruces de modo directo y también indirecto en la población, provocando alteraciones.

No obstante, la instalación de cualquier objetivo en el campo industrial supone la ocupación del espacio y así también otras ramas se adentran en el territorio provocando imágenes diferentes; se señala que no todas se caracterizarán por su concentración o por exhibir diversas modalidades en la gradación de su agrupamiento, aunque si el análisis se confina a las orientadas a los recursos naturales ya se podrá calcular a raíz de lo mencionado, la disfunción provocada por la instauración de otros procesos extractivos, como pueden ser los minerales no metálicos para la industria de materiales de construcción. De retorno al espacio ocupado, la existencia de actividad industrial (como puede ser la catalogada como alimentaria, de presencia ubicua junto a un nutrido grupo de otras, de preferente localización en la proximidad de núcleos poblacionales) precisó para su instalación de determinados terrenos y dada la numerosidad de establecimientos, una apreciable extensión; a tenor con ello cabe esperar que el área por éstos cubierta haya pertenecido precedentemente a las de laboreo agrícola y otros usos, reduciendo o aminorando la disponibilidad de tierras bajo cultivo, con destino a la alimentación.

La conflictualidad medioambiental que supuso la progresiva conformación del paisaje industrial modelado según etapas en que se activasen o priorizasen, una u otra estrategia de desarrollo en el orden ramal, se tradujo en la irrupción de patrones de mayor o menor agresividad medioambiental, parte del cual se recibió como herencia de la etapa neocolonial y que pudo verse agravado, en términos largoplacistas, con la incorporación, en términos de equipamiento y de paquetes tecnológicos no suficientemente capaces de minimizar los costes ambientales por sus altas demandas energéticas provenientes, en lo principal, del extinto campo socialista.

Aunque no fue privativo del sector, las empresas integradas en el plantel industrial se resintieron de la insuficiente inserción de instrumentos de gestión y preparación en materia de legislaciones agudizado por la carencia de integralidad en el seno de la propia actividad, donde la prevalencia de un enfoque "extensivista" y, en buena medida alóctono, cercenaba o limitaba un accionar en jerarquías escalares adecuadas a la cantidad y cualidad de recursos materiales disponibles y a un control racional dable al hombre en concordancia con la talla de país insular, situado en una geografía tropical.

No obstante la compleja articulación socioterritorial y funcional en el ámbito empresarial y ramal, se ha generado una nueva cultura que privilegia y exige un replanteo del equilibrio en las relaciones entre la naturaleza y la sociedad y en el cambio morfológico de su intercambio; testimonios de esta perfectibilidad lo constituye el hecho de que los programas de desarrollo económico y social que se acometen en el país, contienen de forma implícita elementos fundamentales de la protección del medio ambiente.

Al adentrarnos en la vinculación del medio ambiente con los programas antes referidos se advierte el estrecho vínculo de parte importante de los mismos con determinados

compartimentos ramales como pueden ser los programas: alimentario, el de la industria farmacéutica y biotecnológica, el energético y el nuclear y otros, que aunque no focalizan el ámbito industrial, se imbrican de un modo u otro a la estrategia nacional de insertarnos en la coyuntura actual con una concepción integral y no a título aislado, dada la pervivencia de la concatenación en sus consecuencias y efectos sobre el principal componente del medio ambiente: el ser humano (Marquetti, 1999). A tenor con ello el proceso de perfeccionamiento ha mostrado la justeza de lo concebido en materia ambiental y la madurez alcanzada al contrastar el balance de la actividad en el período intersiglos, donde sobresale el proceso de perfeccionamiento en el que está inmerso el empresariado cubano actual, que de modo inaplazable requiere de instrumentos como por ejemplo el Sistema de Gestión Empresarial acerca del cual Quintana (2000) refiere como paso importante para llevar a vías de hecho también los sistemas de gestión de calidad conforme a las normas ISO 9000 aduciendo su favorecedor accionar en el medio ambiente habida cuenta de hacer permisible la organización del proceso de producción, las actividades tecnológico-comercial y de servicios que redundará en una mayor eficiencia industrial, ámbito en el que las industrias azucarera y la básica, acompañadas por el turismo con su reclamo de altas tasas de inversión, nuclean un alto peso específico en la economía. Ello conduce de la mano a reparar en la carencia de recursos financieros agudizado en el período presente; no obstante de no contar con el respaldo monetario aludido, Quintana aboga por la aplicación de una serie de medidas organizativas y de gestión que no implican erogación alguna si no se soslaya la aplicación de auditorías ambientales en cuyo contenido figuran acciones y medidas correctoras en materia de ajuste, regulación y modificación de procesos, conceptuándose entre las más eficaces la implantación del sistema de gestión ambiental.

En tal sentido, obra su parte en esta problemática el que las estrategias nacionales deban compatibilizarse las políticas económicas y ambientales (Simeón y Sánchez, 1996) por lo que se precisa la instrumentación de esquemas operativos de integración de la dimensión ambiental con otras políticas de corte sectorial, para el establecimiento de un patrón de interacción que reclama su ligazón con la política agraria, o minera, pesquera, etc. De no ser así, la política industrial devendría incongruente, con el consiguiente riesgo de costos de magnitud imprevisible, por lo que debe repararse de que en nuestro contexto resulte impostergable lograr una eficaz articulación en la operacionalización de los engarces propiciatorios de mayor integración de la dimensión ambiental en el planeamiento y ejecución de las actividades económicas.

La convocatoria librada en el último decenio del Siglo XX al logro de una congruencia de la legislación ambiental, en pos del reto de una mejor armonía entre las prioridades de desarrollo económico y su impacto ecológico, encuentra resonancia en las capacidades científicas de diagnóstico y solución de parte sustancial de los problemas del medio ambiente donde un valioso exponente lo constituye el fortalecimiento de los instrumentos de gestión ambiental nacional, que devienen salvaguarda indispensable de los recursos naturales patrimoniales y de nuestra identidad que con el paso hacia posturas integracionistas - de modo preferencial con nuestro entorno caribeño y latinoamericano- afianza su papel de garante de la paz y del respeto a las individualidades de cada país, materializado en cada firma que otorga Cuba en los múltiples convenios a tenor con su membresía a diversos organismos y su adhesión y

---

aprobación a tratados internacionales que apunten a dignificar al hombre como principal en la salud medioambiental- del planeta.

## **IV.12. ALGUNAS PARTICULARIDADES DEL ESTUDIO DEL TRANSPORTE EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES.**

Dra. Sara Interián Pérez

El sistema de transporte constituye un eslabón fundamental para la consolidación y ejecución de las interrelaciones entre todas las ramas económicas y territorios de un país.

El desplazamiento de personas, mercancías e información a diversos sitios siempre ha formado parte de un conjunto de movimientos que soportan el funcionamiento de la sociedad (Braudel, 1986). Al jugar un papel central en el desarrollo y crecimiento de cualquier nación, así como también en la organización del territorio al posibilitar la cadena de intercambios y articular el espacio, el sistema de transporte es un importante sector para la vida en sociedad.

Sin embargo mucho se discute en la actualidad sobre la relación transporte-desarrollo económico por las posibles afectaciones ambientales que se asocian al mismo y que se producen al consumir grandes espacios para la infraestructura, al acumular factores negativos asociados a la construcción y operación del sistema, al creciente consumo de energéticos, al monto de las inversiones y otras externalidades.

Cuando la cantidad de impactos positivos supera cuantitativamente y cualitativamente a los negativos, puede afirmarse que el transporte constituye un factor impulsor del desarrollo.

Es planteado por diferentes autores que los impactos del transporte tiene tres vertientes básicas (Salgado y Camarena, 1995): económica, social y ambiental. En relación a la última de esta vertientes, que en este caso es la que más nos interesa, los impactos ambientales reflejan los cambios que se producen sobre la calidad del aire y agua, los niveles de ruido, los usos del suelo y las alteraciones ecológicas.

La relación transporte-ordenamiento ecológico ha comenzado a tratarse en fecha muy reciente a nivel mundial y ha girado básicamente en función del impacto físico- geográfico, siendo además con frecuencia estudiado este impacto para cada obra particular y para un determinado modo de transporte, relegando muchas veces el carácter integral que exigen estudios de este tipo.

Los impactos del transporte en sentido general puede clasificarse en directos e indirectos (Salgado y Camarena, 1995). Entre los fundamentales se encuentran:

### **Impactos directos**

- Costos de capital de la infraestructura y el equipo.
- Costos de operación de los vehículos.
- Valor del tiempo de viaje.
- Costos de los accidentes.
- Costos de la contaminación ambiental.

### **Impactos indirectos**

- Modificación del valor de las propiedades y alteración del mercado inmobiliario.
- Alteración del nivel de vida de la población.

- Supresión o establecimiento de demandas derivadas.
- Alteración del equilibrio ecológico.
- Alteración de motivaciones y actitudes de la población.

Por otra parte los impactos podrían distinguirse también por su cobertura geográfica y temporalidad, de hecho lo han planteado diferentes estudiosos de la temática.

Para el caso cubano, donde la economía ha estado sometida a fuerte presiones derivadas de la caída del bloque socialista y al recrudecimiento del bloqueo por parte de E.U. que promueven la aparición de nuevos escenarios económicos y financieros, la preocupación ambiental por parte del Estado se ha visto respaldada por una serie de decretos y leyes para proteger el medio ambiente de todo el territorio nacional.

De ello se derivan los estudios de impacto ambiental que se han ejecutado y se ejecutan antes de iniciar cualquier obra de diferente tipo que se pretenda realizar ya sea por capital nacional como extranjero en el país y que son considerados como el instrumento básico de protección ambiental y un eficaz procedimiento técnico-administrativo dirigido a racionalizar el uso de los recursos naturales, al incorporar la variable ambiental, junto con los criterios técnicos, económicos y sociales, en la toma de decisiones.

Para el caso específico del transporte se considera necesario estudiar para las nuevas obras, las acciones impactantes desde la fase de construcción hasta la fase de funcionamiento (movimiento de tierras, necesidades del suelo, transporte de materiales, destrucción de vegetación, incremento del tráfico, aumento de accesibilidad, etc.), así como los factores impactados tanto del medio natural (aire, tierra, agua, flora, fauna, medio perceptual), como del medio socioeconómico (uso del territorio, población y economía, culturales, infraestructuras y humanos).

A modo de ejemplo se presentan las afectaciones Y consecuencias de las acciones impactantes antes mencionadas:

<b>Medio natural</b>	<b>Medio socioeconómico</b>
<b>Aire:</b> calidad, gases, partículas, microclima, vientos dominantes, contaminación sonora y otros.	<b>Usos del territorio:</b> remodelación general del sistema territorial, cambio del uso del suelo industrial, zona urbana o urbanizable, zona agrícola, zonas verdes, comerciales, forestales, etc.
<b>Tierra:</b> recursos minerales, materiales de construcción, destrucción de los suelos, reposición, compactación y asientos, estabilidad de laderas, permeabilidad, etc.	<b>Culturales:</b> valores histórico-artísticos y vestigios arqueológicos, yacimientos paleontológicos, recursos didácticos.
<b>Agua:</b> calidades, recursos hídricos, recarga, inundaciones, interrupción de aguas subterráneas, otros.	<b>Infraestructuras:</b> red y servicio de transportes y comunicaciones, red de abastecimiento de agua, gas, electricidad, equipamiento industrial, comercial, accesibilidad, otros servicios.
<b>Flora:</b> diversidad, productividad,, especies endémicas, especies amenazadas o en peligro, estabilidad, comunidades vegetales.	<b>Humanos:</b> calidad de vida, molestias, desarmonías, salud y seguridad, bienestar, estilo de vida, condiciones de circulación, accesibilidad transversal efecto barrera.

<p><b>Fauna:</b> destrucción directa, del hábitat, diversidad, biomasa, especies endémicas, estabilidad del ecosistema, cadenas tróficas, roedores, movimientos locales, riesgo de atropellos, etc.</p>	<p><b>Población y economía:</b> producción y empleo estacional, empleo fijo, estructuras de la población activa, densidad, movimientos migratorios, núcleos de población, demografía, inversión y gasto, beneficios económicos, renta per cápita, economía local, consumo energético, productividad agrícola, cambios en el valor del suelo, estructura de la propiedad, comercialización, relaciones sociales.</p>
<p><b>Medio Perceptual:</b> paisaje protegido, preservado, elementos paisajísticos singulares, vistas panorámicas, naturalidad, singularidad, denudación de superficies en taludes y terraplenes, cambios en las formas de relieve.</p>	

*Fuente: MOPU (1989), Conesa Ripoll (1992).*

Con relación a la red vial ya existente, específicamente el caso de las autopistas, carreteras y ferrocarriles se debe hacer especial énfasis en los problemas provocados por la progresiva erosión de los taludes que provocan una degradación del medio físico y dificulta el mantenimiento de la red (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1994). En tal sentido la recuperación del medio natural en el entorno de las infraestructuras debe cumplir los siguientes objetivos:

- Recuperar la cubierta vegetal e impedir la erosión, a la vez que se mejore el aspecto visual de las superficies descubiertas.
- Mediante la repoblación forestal lograr una mayor diversidad y reducir la monotonía de modo de integrar estos espacios al entorno natural garantizando la seguridad vial y la conservación del equilibrio ecológico.

De igual manera debe ser tratada la contaminación producto de la explotación de la red que se genera a partir del tráfico tanto de pasajeros como de carga y que repercute en los siguientes medios:

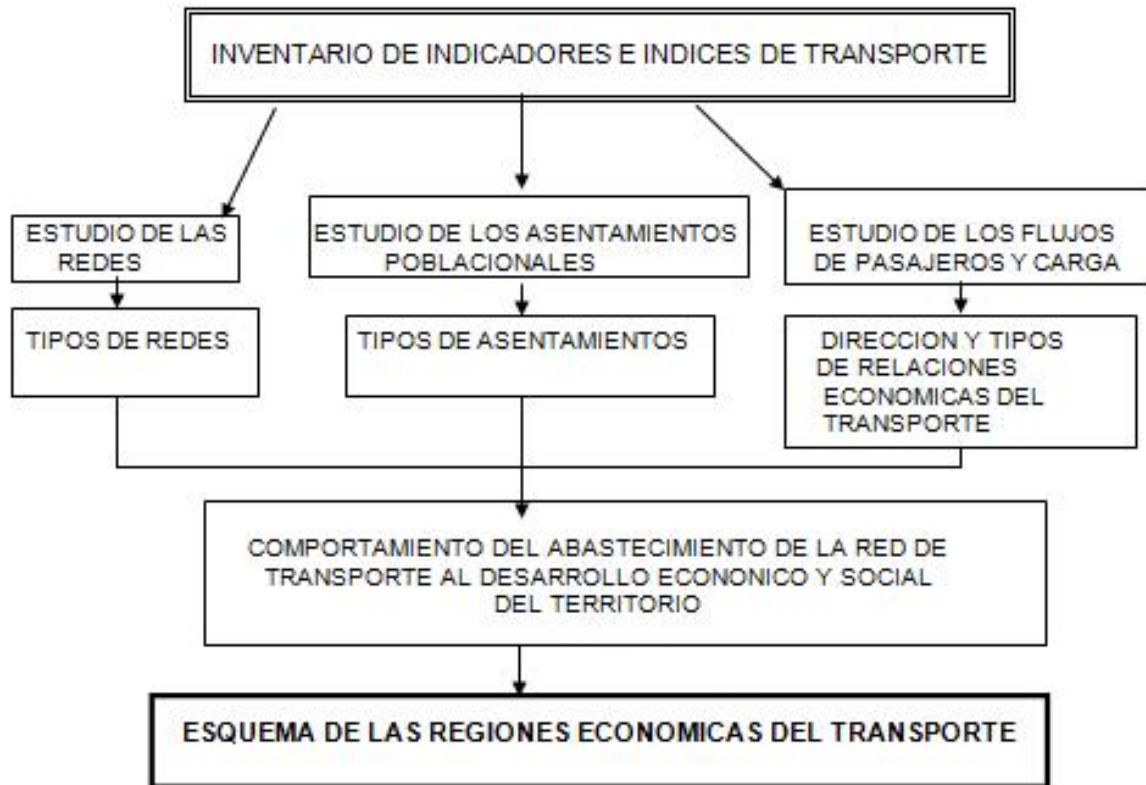
**Aire:** la atmósfera se ve invadida por los gases generados con la combustión de los motores. Contaminación sonora.

**Suelo:** acumulación de residuos sólidos aportados por los diferentes usuarios, aparte de los sedimentos productos de la erosión antes ya comentada.

**Agua:** al pasar por ejemplo por las calzadas, arrastra todos los depósitos sólidos que encuentra, pudiéndose depositar en suelos agrícolas o infiltrar al manto freático.

Merece una atención especial las consecuencias de estos daños a la población que debe ser uno de los recursos de mayor atención en el tratamiento de los problemas ambientales.

En sentido más general y para tener una concepción amplia del sistema de transporte de la región a estudiar, podría emplearse el esquema propuesto para los estudios de este sistema desde el punto de vista geográfico (Interián, 1995), que abarca desde el inventario de todos los indicadores de transporte empleados a nivel mundial hasta la determinación de las regiones económicas del transporte:



Basados en esta metodología podría determinarse la estructura territorial del sistema de transporte a cualquier escala y de esta forma incorporar al análisis de la problemática ambiental la situación de un sistema, que no puede dejar de ser considerado en estudios de este tipo.

#### **IV.13. EL TURISMO Y LA RECREACIÓN. UNA VALORACIÓN AMBIENTAL DE OPORTUNIDADES Y RIESGOS**

MSc. Grisel Barranco Rodríguez

Para la Geografía la recreación y el turismo han constituido temas concretos de investigación, que han venido ganando interés con el devenir contemporáneo en materia ambiental y el propio crecimiento de la actividad, que motiva a la reflexión desde nuevos ángulos.

Las estadísticas mundiales evidencian que el turismo ha venido ocupando lugares prominentes en la generación de ingresos a nivel mundial. Ello tiene que ver de diversas formas con expresiones del desarrollo de la sociedad, en las que están dadas la intensificación de los ritmos de la vida, vinculadas con el incremento de la urbanización, ciclos normales de transportación y los problemas ambientales, en consonancia con la propia incidencia de la actividad laboral, entre otros aspectos existenciales. Esas condiciones requieren de acciones complementarias tendentes a la estabilización física y síquica del hombre; justamente en función de la satisfacción de tales necesidades, la recreación y el turismo han encontrado máxima prioridad, extendiendo su esfera de influencia tanto a individuos aislados como a grupos humanos.

La relevancia de tal función social se ha reflejado en el auge experimentado por esas actividades, pero particularmente el turismo se ha transformado con gran celeridad en una de las principales industrias a nivel mundial, con un peso sustantivo en las economías de Bahamas, Santa Lucía, Malta, España, México, entre otras. En ello ha tenido fuerte incidencia el desarrollo tecnológico, aunque hay que considerar por otra parte la evolución conceptual en el propio turismo, que de simple industria del ocio, se ha ramificado diferencialmente para atender esferas especializadas.

El auge del turismo ha estado sesgado de visiones en muchos casos idealizadas, donde sólo se apuntan las virtudes, en particular en su vertiente económica, y se soslayan otras aproximaciones donde se identifican los problemas generados por la actividad. Tal proceder tiene un efecto negativo, pues restringe las posibilidades concretas de soluciones de los disturbios creados, que en definitiva atentan contra su efectivo desarrollo a larga escala temporal.

Es justamente en esa dirección que resulta sustantivo identificar el ámbito de las relaciones turismo- medio ambiente, en tanto que presentan múltiples aristas congruentes y un objetivo cimero, centrado en el mejoramiento de la vida humana. La significación del tema movió el desarrollo de la reflexión aquí desarrollada.

- **Recreación- turismo. Algunos apuntes conceptuales desde la geografía del medio ambiente**

De forma clásica, la Geografía ha atendido todo lo concerniente a la recreación y el turismo, vistos de forma sectorial, como parte de la geografía social, tanto en lo relativo a su aspecto económico como en lo relativo a la realización de individuos y grupos. Sin embargo, su práctica organizada ha demostrado la manifestación de procesos heterogéneos, que tienen que ver con el hombre como usuario de los servicios, pero también a modo de organizador de los mismos, de modo que se pueden reconocer la coexistencia de dos procesos: uno de carácter natural



relativo al ser social con sus necesidades y demandas, y uno de índole técnica, dirigido a la conformación y promoción.

De tal forma una adecuada visión de los referidos temas involucra al ámbito natural, que además del aspecto físico remite a la validación de sus atributos, la economía como forma de organización y distribución y al hombre, organizador y usuario. Se expresa entonces como un problema interdisciplinario, que se resuelve en la síntesis.

Desde esa percepción, la recreación y el turismo, como actividades de la sociedad, tienen un papel complejo en el medio ambiente (Barranco, 1994), a modo de objeto de modificación, vinculado al subsistema económico, y como sujeto, transformador y usuario, dentro del subsistema población. Pero por otra parte, no se puede soslayar el hecho cierto de que su base de sustentación se encuentra imbricada a la naturaleza, que marca los rumbos de la actividad, en consecuencia de la disponibilidad de recursos y su calidad, incluso, en aquellos casos en que el objeto central se refiera a elementos de la cultura material o espiritual.

De tal forma resulta evidente la dificultad que entraña el estudio ambiental del turismo, que puede presentar diversas aristas de significación y nexos causales que abarcan a todo el sistema naturaleza –sociedad.

La práctica concreta de la actividad ha estado sin embargo, considerablemente distanciada de tales percepciones, y por el contrario, durante muchos años se fue consolidando la imagen que lo representaba "una industria blanca" o "sin humo", en tácita inferencia a su condición no contaminante, y eludiendo otro negativo aspecto con el que puede asociársele, que es la degradación del ámbito.

En este marco, y en virtud de sus efectos ambientales se debe establecer una reflexión de orden conceptual entre recreación y turismo. Hay que decir al respecto que aunque ambas están orientadas a la satisfacción de la misma necesidad social, o sea, la rehabilitación física y síquica del hombre, difieren en cuanto al contexto de ejecución. Así, en el caso del turismo supone necesariamente el traslado físico, al menos por un día, del lugar habitual de residencia hacia otro punto, a diferencia de la recreación que no tiene esa condición asociada, y se puede valorar entonces más vinculada a la cotidianidad de la vida del hombre y por ende, a su espacio.

Lo precedente tiene carácter definitorio, y aún cuando existe una tácita analogía en la misión básica de la recreación y el turismo, se pueden apuntar otros elementos sustantivos que los diferencian, como son: la escala temporal asociada al ejercicio de la actividad y el peso económico de su práctica.

- **Dimensión ambiental de la recreación**

La recreación, que se refiere a la rehabilitación de las capacidades físicas y síquicas del hombre en un corto período (diurno o en fines de semana), tiene en consecuencia un reducido ámbito espacial para su práctica, que involucra en muchos casos el entorno laboral y el de residencia.

En la misma tiene un papel básico el disfrute de los espacios abiertos, por lo cual la calidad ambiental en los mismos constituye un condicionante clave. En tal sentido se deben considerar elementos como:

- Presencia de áreas verdes, en diferente estratificación y colorido.

- Ausencia de contaminación atmosférica, incluyendo el ruido.
- Ausencia de vertederos de desechos (líquidos y sólidos).

Cuando el espacio para la recreación es de tipo urbano, deben considerarse además:

- La diversidad arquitectónica y el colorido del fondo constructivo.
- Adecuado estado técnico de la red vial y el fondo habitacional.

Aquí cobra mucho valor la conservación del patrimonio histórico y cultural local, la presencia de museos, parques, áreas deportivas, e incluso las iglesias, conforman escenarios singulares para el enriquecimiento espiritual del individuo y su acervo cultural.

Las áreas verdes y parques resultan de connotación marcada, por representar zonas de transición y amortiguamiento, tanto si tienen un carácter ciudadano, como si se trata de áreas periurbanas. Su dimensión se debe adecuar al contexto, así como también los servicios puede prestar y al régimen temporal de manejo.

De acuerdo con ello Douglas (1972) define la existencia de:

- Jardín de barrio
- Parque urbano.
- Parque metropolitano
- Parque natural
- Parque Nacional

Los dos primeros se establecen al interior de los núcleos urbanos, los metropolitanos en función de un núcleo principal articulado con otros de menor jerarquía, en tanto que los naturales y nacionales responden a necesidades regionales en función de valores excepcionales del medio.

Contemporáneamente, una correcta planificación del espacio demanda la consideración de áreas de recreo al aire libre, como forma holística de solución de la ordenación del territorio. Ello comporta aristas complejas, en tanto que se deben salvar otros conceptos en cuanto a prioridades.

Muy especial es la solución de la recreación de tipo cotidiano, que obliga a abundar en la conformación de las referidas áreas, así como en otras soluciones culturales y recreativas. Investigaciones realizadas en el municipio Plaza de la Revolución (Barranco, et al., 1995), constituyen un acertado ejemplo de las aristas explorables en el plano local con tales fines.

Se desprende de lo aquí valorado, que la recreación como actividad de la sociedad es poco lesiva del medio y que las afectaciones de la misma, se producen en el contexto de una deficiente gestión ambiental local, incluso en la esfera de la educación. Por esa razón la solución de los problemas se puede buscar a ese nivel, donde a partir de la propia participación comunitaria, puede esperarse un efecto sustantivo.

- **Dimensión ambiental del turismo**

El turismo representa por estos días, una de las ramas más consistentes de la economía de los países orientados en tal sentido, pero en términos generales, su auge ha estado condicionado

por múltiples factores relativos al propio desarrollo tecnológico, que ha repercutido en dos direcciones cardinales: (1) con el aumento de la productividad del trabajo y consecuentemente de la disponibilidad de tiempo libre y (2) en la transformación especializada de los medios de transporte, con lo que se diversifica y acortan las distancias.

La incidencia del turismo, si bien cubre iguales vínculos funcionales en términos ambientales que la recreación, representa siempre mayores compromisos, en tanto que el diseño que se establezca de los espacios, no sólo atiende necesidades y demandas locales, sino que debe considerar las expectativas de otros usuarios potenciales, que cambian de forma radical su contexto cotidiano.

Por ello el proceso de selección, diseño y construcción de nuevos objetos turísticos debe prestar atención a aspectos como:

- Capacidad de acogida física.
- Capacidad de acogida económica.
- Capacidad de acogida perceptual.

La primera analiza lo relativo a la dotación abiótica y biótica del espacio, evaluándolo según la tipología de turismo que se pretende establecer y del segmento de mercado que se desee atender. En tal sentido se plantean aún hoy muchas incertidumbres, pues se han establecido normativas concretas de capacidad de carga para algunos espacios como las montañas y las costas (Tabla 1), pero escapan de tales precisiones los valles y llanuras interiores, que aunque se les reconoce como de menor atracción, no dejan de verse expuestos por las limitaciones en materia de regulación.

Aquí se debe considerar que tanto para los proyectistas, como para el hombre en general, se puede reconocer una preferencia por el disfrute turístico de los espacios de contraste (Morello, 1983; Corporación Andina de fomento, 1985), que son también los de una menor estabilidad, en virtud de los intercambios permanentes de sustancia y energía que experimentan. De ahí que la proyección y explotación turística de los mismos requiera de la más cuidadosa determinación de la acogida física, pues cualquier forma de deterioro además de las repercusiones en el medio natural, encuentra expresión en el propio sostenimiento del turismo.

Un adecuado trabajo en la determinación de la capacidad, puede revelar los segmentos territoriales propios para la conservación (tanto de valores bióticos excepcionales como paisajísticos en general), las áreas de uso turístico y las de amortiguamiento, estableciendo en cada caso las normas específicas de manejo.

Por el contrario, un examen superficial del problema puede expresarse en transformaciones que van en detrimento de la actividad. Las mismas son catalogables, según Speight (1973) en:

- Ligeras: aquellas reversibles en cinco años, con la única medida de suspensión del uso turístico.
- Media: reversible en cien años, con suspensión del uso turístico.
- Grave: Transformación irreversible.

Los costos implicados en cualquiera de los casos son claros, pero en el grave, supone una reevaluación del uso del espacio, que debe contemplar la nueva dotación del mismo, en consecuencia de la pérdida de valores experimentados.

Por ello, en términos de evaluación se debe seguir un proceso riguroso, que no valore los factores naturales en su papel individual, sino buscando aproximaciones a los nexos que establecen en la propia naturaleza. Un acercamiento efectivo, fue presentado por Barranco (1994), que se expresó según una visión multifactorial, con particular acento sinóptico y sintético.

Uno de los problemas más frecuentes en el mundo actual es el asociado con la contaminación estética, ello puede derivarse de cualquier actividad de la sociedad, pero cuando el turismo es el causante de la misma está negando su propia razón de existir, pues cumple precariamente su función económica, pero sobre todo, deja de cumplir su función social, en tanto que es reconocido que "El contacto con el paisaje natural es un elemento indispensable para la formación de una personalidad equilibrada" (Corporación Andina de Fomento, 1985). Por ello se reconoció como fundamental el proceso adaptativo de la arquitectura e infraestructura turística a las condiciones del medio natural.

En función de lograr tales propósitos y buscando mejores supuestos funcionales en los espacios turísticos, se han ido incorporando al planeamiento instrumentos regulatorios de índole ambiental como la ordenación y la evaluación de impacto ambiental.

Como quiera que el turismo no se establece como forma exclusiva de manejo del territorio, hay que pensar en una necesaria armonización entre funcional, de ahí la importancia de definir la capacidad de acogida económica. Así, en la proyección del espacio turístico no se puede eludir que se va a producir la competencia por el manejo de recursos básicos (suelo, agua, entre otros), que obligan a una revaloración de las restantes formas de uso coexistentes, e incluso de las necesidades experimentadas por el propio hombre.

Por otra parte, el papel del turismo como modalidad básica de exportación de servicios, tiene también una importante función al interior de las economías, sirviendo de motor impulsor a otras ramas y a la generación de nuevas fuentes de empleo.

Las experiencias acumuladas, revelan que ambas cosas se vienen logrando en todos los países que han definido al turismo como el resorte básico de sus economías. Sin embargo en relación con el empleo se pueden producir situaciones contradictorias, a partir de que en algunos casos la carencia de personal calificado, obliga al movimiento pendular de la fuerza laboral o la conformación de condiciones de albergamiento, que crean situaciones contradictorias en el orden funcional.

La rentabilidad de la actividad (a la que alude la Tabla 1) ha hecho omisión de muchos de los conflictos ambientales creados por el turismo, lo cual ha entrañado altos costos para algunos puntos, donde en un momento dado ha sido necesario aplicar alguna forma de rehabilitación del patrimonio (playas de la Florida, Gran Canaria, etc.). Esa realidad ha hecho claro que donde los mecanismos económicos y de mercado tienen el peso básico, son dables esos conflictos que están asociadas a factores de diseño y flujo de usuarios, o sea, están ocasionadas por el sobredimensionamiento de la capacidad de acogida física.

Por último se debe referir lo relativo a la capacidad de acogida perceptual. La misma centra la atención en el hombre y la satisfacción de sus expectativas. Tiene una arista básica en la calidad del medio, dentro de lo cual se pueden valorar diferentes niveles.

Un primer nivel se refiere al propio espacio turístico, donde problemas de diseño pueden incidir contradictoriamente en la percepción del individuo. Esto guarda relación con la deposición de residuales, la presencia de insectos, pero también, con la intersección de visuales por la infraestructura constructiva. En el entorno mediato generalmente está asociada con insuficiencias de proyección de la zona de amortiguamiento, con particular incidencia de contaminación estética. A mayor escala puede relacionarse con en la accesibilidad y la distribución territorial de otras modalidades de manejo del ámbito, todo lo cual tiene efectos negativos en la percepción del turista.

Otra visión del problema se refiere a los residentes locales y la interacción social del turismo. Según tendencias, dos situaciones básicas crean una atmósfera sico- social inadecuada. Una está condicionada por la falta de equidad en la distribución de los beneficios económicos del turismo y la otra se refiere al sentimiento de exclusión creado por la privatización de espacios preferenciales como las playas. Investigaciones realizadas en el Caribe apuntan sobre la significación de los mismos (Caribe, MIT, 1996).

Aunque de una connotación indirecta en lo ambiental, no puede eludirse lo relativo a trasculturación, en tanto que constituye un elemento clave de la espiritualidad e identidad del hombre.

Las afectaciones del turismo, encuentran expresión diversa en el universo de las relaciones naturaleza- sociedad, que pueden resumirse en:

- En la natural por el deterioro físico- químico de los espacios y el consecuente incremento del costo ambiental de su manejo.
- En lo económico por las pérdidas directas en el ejercicio de la actividad, y en otras ramas dependientes y contribuyentes, así como por los costos derivados de la necesaria rehabilitación de los mismos.
- En lo social por contradictorias percepciones dadas en el incremento del uso competitivo del territorio.

Lo referido apunta de forma inminente a una repercusión sistémica, que encuentra en la geografía del medio ambiente un marco apropiado para su análisis en la búsqueda de adecuadas soluciones.

El examen precedente explicita las complejidades que se establecen en la relación turismo - ambiente, pero no se puede obviar una reflexión inversa, o sea, la de los daños inferidos al turismo con génesis en otras actividades socioeconómicas.

A causa de una mala planificación, la competencia de otras actividades por el espacio y los recurso puede adquirir matices severos, pero las formas más comunes de expresión de dichos conflictos está dada por la disposición de residuos sólidos y líquidos, la extensión de áreas de cultivo, los asentamientos costeros con mala ordenación y deficiente aseguramiento infraestructural, la contaminación sónica y atmosférica, el deterioro estético de los paisajes, el bajo nivel cultural de la población, y la extrema pobreza, e incluso en algunos casos la salud y

su infraestructura asistencial, constituyen entre otros, factores que inciden en la calidad del producto turístico y crean daños en la imagen del mismo.

Todo ello obliga a considerar como una necesidad concreta el perfeccionamiento de la ordenación ambiental del territorio y la de los espacios turísticos, de forma que se logre una armónica y coordinada distribución espacial de las diferentes actividades, que lejos de afectarse unas a otras, se complementen en la conformación de una imagen turística.

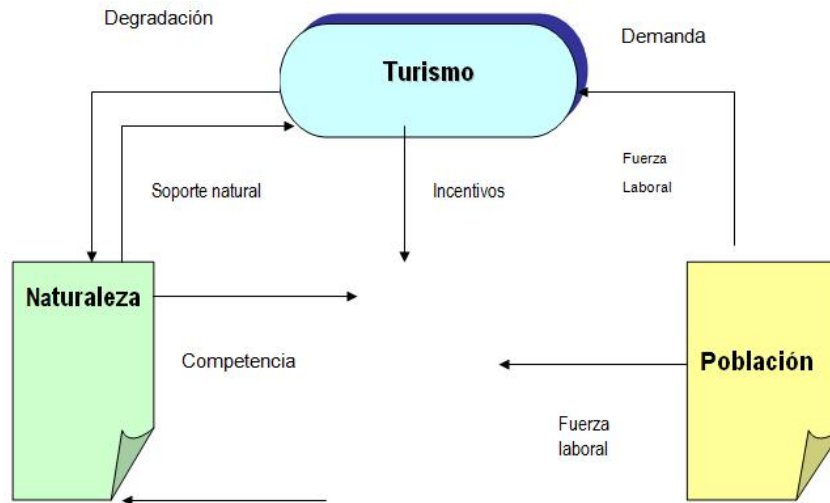


Fig. 1 El turismo y sus relaciones básicas en el sistema ambiental

**Tabla 1. Capacidad de carga turística en algunas playas del mundo.**

Playas	Turista/ha	m <sup>2</sup> /turista
Languedoc- Rousillon (Francia)	600	16
Brittas Bay (Irlanda)	1000	10
Cuba (alejadas de asentamientos)	1000	10
California (Estados Unidos)	1450	7
Cuba (próxima a asentamientos)	2000	5
Estaciones turísticas (España)	3000	3
Países Bajos	5880	1.7

Fuente: E. Salinas y O. Casas, 1992.

**Tabla 2. Arribo de turistas en polos mundiales en 1995.**

Área de destino	Arribo de turistas (millones)	Aporte por turista (US\$)
Norte América	81,5	877
Caribe	14,7	861
Centro América	13,6	728
Europa	337,2	563
Asia- Pacífico y Sur	88,0	834
África	18,8	367
Medio Oriente	11,0	609
Total mundial	567,0	656

Fuentes: CTO, WTO.

---

#### IV.14. POBLACION- MEDIO AMBIENTE

Dra. Carmen Mosquera Lorenzo

Los estudios ambientales en el presente, toman la atención de un número considerable de personas, tanto de especialistas de diferentes disciplinas, como del público en general. Existen diversas publicaciones de carácter divulgativo, pedagógico y en mucho menor número las dedicadas al estudio teórico metodológico del medio ambiente y de los elementos que lo integran, sobre todo, los realizados con un enfoque sistémico.

El trabajo que se presenta a continuación trata de suplir la carencia de estudios teórico metodológicos respecto a uno de los elementos fundamentales que integran el sistema del medio ambiente: la población.

Ha sido concebido y elaborado como un capítulo de un libro que aparecerá como una publicación electrónica. Dicho libro es de contenido teórico y constituirá uno de los resultados del Proyecto ramal Medio Ambiente. Teoría y Métodos.

Como puede apreciarse en el índice, este capítulo en forma de artículo está estructurado en cinco epígrafes, que a su vez se han subdividido, en algunos casos, para un tratamiento más específico.

Espero que sea el inicio de otros mucho más detallados que puedan derivarse de éste, como por ejemplo, el perfeccionamiento de los indicadores necesarios para el estudio de cada uno de los aspectos específicos del análisis de la población, su caracterización y sus interrelaciones con los demás elementos del medio ambiente, vistos desde la dialéctica marxista.

##### **¿Qué es la población?**

Si tomamos la definición en su expresión más simple sería “*un conjunto de pobladores*”, siendo éstos “*un grupo de hombres que se establecen en un lugar donde no había nada antes*”. Pero según sea la ciencia que lo hace su objeto de estudio este concepto ha ido perfilando sus características y contenido.

##### **Definición del concepto.**

La definición más generalizada y divulgada en demografía, sociología y geografía establece que la población es la totalidad de personas que habitan un determinado territorio: cierta región, país o en el mundo en general.

Pratt (1949), en su Diccionario de Sociología la define como “*un agregado de individuos definido con referencia a su localización espacial, al status político, a la ascendencia o a otras condiciones específicas en un momento determinado o en un continuo temporal*”.

En el Glosario de Términos Demográficos, Chávez (1977), nos dice que es “*usada en general para designar el total de habitantes que residen en los límites de un territorio determinado o sea, el conjunto de personas que integran una nación o parte de ella, un grupo de naciones o países, o todo el mundo. La población es el sujeto de la producción y de todos los fenómenos sociales*”.

El geógrafo polaco A. Jaglielski (1980), considera que la población es “*cualquier multitud de personas separadas por criterios libres: territoriales, sociales, económicos, etc.*”.

El demógrafo soviético Anatoli Vishnevski (1982), interpreta el término población como *“el mismo grupo de personas que forma la sociedad, pero actuando desde el punto de vista de la reproducción de las generaciones humanas. Este término generalmente denota todos los habitantes de un área específica (estado, provincia, ciudad, etc.) pero también es usado para referirse a subpoblaciones dentro de ésta (población femenina, población escolar). En un sentido más restringido es utilizado para referirse a cualquier grupo bajo estudio, donde la entrada dentro y fuera de la población puede verse como determinando su tamaño y estructura, igual que el nacimiento, la muerte, y la migración que afecta la población en su totalidad”*.

Pressat (1985), en su Dictionary of Demography coincide bastante con el anterior cuando plantea que la población es *“ un grupo de individuos coexistiendo en un momento determinado y definido de acuerdo con varios criterios”*.

Otra definición, desde el punto de vista demográfico, expuesta por Marcoux (1987), expresa que una población humana es *un grupo de individuos que comparten ciertas características comunes* como lo son:

- ▶ Residir en un territorio específico
- ▶ Pertener a un grupo nacional o étnico
- ▶ El sexo
- ▶ La edad
- ▶ Practicar una actividad determinada
- ▶ Pertener a una actividad económica específica

Valentei (1978), entiende por población *“un conjunto de hombres cuya actividad vital transcurre en el marco de una sociedad determinada. La población es siempre un conjunto complejo y multifacético de individuos residentes de un territorio concreto, que forman la base natural de una comunidad social. En el curso de la producción se entablan entre los individuos relaciones sociales, que, en dependencia del modo de producción dominante en la sociedad pueden ser de dominación de unos y de subordinación de otros o de colaboración y ayuda mutua de individuos iguales en derechos”*.

Para este trabajo y en nuestros futuros estudios ambientales adoptaremos la definición utilizada por Alvarez (1984) y que estimamos la más adecuada para nuestros fines: *“una población es un conjunto de individuos que en un momento concreto de la historia viven en un territorio determinado con una organización y estructura interna en correspondencia con su desarrollo social”*. Además la población es la base natural del desarrollo social, pues no sólo lo integra sino que lo ha hecho surgir, ya que es también base y sujeto de la producción social.

- **La población como sistema**

La población es base y sujeto de cualquier producción social, se considera como un sistema abierto, que a su vez, por su esencia, actúa como un subsistema en un organismo social íntegro, o sea, en la sociedad tomada ésta como un sistema.

El análisis de la población como un sistema abierto hace necesario establecer que su desarrollo se encuentra condicionado por la intensidad de la manifestación de las leyes sociológicas y económicas generales de la formación económica de que se trate. En él se incluyen sólo



aquellos elementos de las relaciones económicas que influyen en los procesos de reproducción, distribución, cambio de la estructura o migración de la población clara y directamente.

En la población como sistema entran aquellos vínculos biológico-sociales y sociales entre los hombres que se forman en estos procesos. En la estructura de la población entran los mismos individuos, capas y grupos sociales que conforman la estructura de la sociedad en su conjunto, pero sólo en la medida en que participan en los procesos demográficos, a los que se relacionan ante todo el proceso de reproducción de la población que incluye componentes como la natalidad, la mortalidad, el crecimiento natural, la nupcialidad, los divorcios, etc.

Esta como sistema, no incluye ni remotamente todas las relaciones existentes entre la gente y los grupos; la reproducción de la población no es sólo un proceso cuantitativo sino también cualitativo, pues presupone la reproducción de aquellas capas y grupos sociales, que forman su estructura vertical. Los procesos demográficos constituyen la base natural del desenvolvimiento de la población, son permanentes por su condicionalidad sociológica y al mismo tiempo, están sujetos a los cambios bajo la influencia del medio ambiente, de las condiciones de vida y de trabajo, determinadas a su vez por el nivel de desarrollo de las fuerzas productivas y de las relaciones económicas en la sociedad.

Como uno de los subsistemas de la sociedad, la población no existe aislada del resto de los otros subsistemas sociales. Cada tipo de las relaciones sociales puede examinarse como un subsistema social especial. En el subsistema población se incluye aquellas partes integrantes de estos subsistemas que ejercen una influencia directa en los procesos demográficos.

Siendo la población un conjunto rico y complejo, ella misma se encuentra en relaciones complejas con la sociedad en su totalidad, donde las relaciones biológicas ocupan un importante lugar, pero si la población se caracterizase sólo por las relaciones biológicas entre la gente, se encontraría fuera del sistema **sociedad**, y no sería parte integrante (subsistema) orgánica del conjunto social único, puesto que el hombre fuera de la sociedad perdería, con el tiempo, hasta sus rasgos antropológicos (Orudzhev, 1978).

- **Población, sociedad y medio**

El hombre como ser social, nunca vivió ni pudo aparecer fuera de la sociedad ni antes de ella, pero tampoco la sociedad surgió antes que el hombre. La sociedad humana no es solamente la suma simple de los hombres, ni evoluciona por tener más o menos integrantes, sino por el grado de desarrollo alcanzado por las fuerzas productivas, por el modo concreto en que se producen los medios para satisfacer sus necesidades vitales y sociales y por el modo en que se distribuyen esos medios, o lo que es lo mismo, por las relaciones de producción que se establecen entre ellos. Por tanto, la sociedad es inseparable de la vida y actividad de los hombres y las leyes sociales sólo pueden manifestarse a través de la actividad de los mismos.

La población como toda la sociedad está sujeta a leyes que tienen un carácter histórico, por lo que hay que tener en cuenta las distintas formas históricas de organización de la sociedad. Pero no todos los cambios de los indicadores demográficos se deben al modo de producción dominante, hay que tener en cuenta también la influencia de factores naturales, biológicos y de la superestructura.

La población es un fenómeno social, se desarrolla históricamente en cierto espacio y en determinadas condiciones naturales, o sea en un medio ambiente específico, es por ello que

por una parte está subordinada a las leyes sociales y por otra constituye, junto con el medio ambiente, una de las dos condiciones necesarias de existencia y desarrollo de la sociedad.

Las condiciones naturales de ese medio, o sea los elementos del subsistema natural, pueden acelerar el desarrollo de la sociedad, mientras que las desfavorables pueden retardarlo, pero hay que tener en cuenta que no pueden determinar el desarrollo de la misma, puesto que los cambios sociales ocurren mucho más rápido que los que tienen lugar en el medio.

Durante su vida el hombre está bajo la influencia de un conjunto de factores sociales que tomados en su totalidad constituyen el medio social del individuo. Puede decirse entonces que el **medio social** es todo aquello que rodea al hombre en su vida social. Este concepto designa *“una peculiaridad concreta de las condiciones sociales de determinada etapa de su desarrollo”*, (Predvechni y Sherkovin, 1986).

El medio social actúa en el aspecto psicológico como el conjunto de relaciones del individuo y de los grupos y puede determinarse, en primera instancia, según el tipo de formación socioeconómica (por ejemplo: medio social de la comunidad primitiva o medio social del capitalismo, etc.), aunque los elementos de su estructura son más complicados que los de ésta, porque no son totalmente análogos.

- **Evolución y desarrollo de la población.**

Según Marx *“todo régimen histórico concreto de producción tiene sus leyes que rigen de modo históricamente concreto”*. El movimiento natural de la población (que viene dado por las diferencias entre las variables fecundidad y mortalidad) es el resultado en última instancia del propio desarrollo social y las leyes que lo rigen.

En los inicios del desarrollo, la producción tuvo un carácter colectivo directo, que después se amplió a la par de la división social del trabajo, del incremento de la producción mercantil, y del intercambio.

El desarrollo de las fuerzas productivas en la sociedad primitiva, con el dominio del fuego y los cambios operados en la agricultura y la ganadería, marca la emancipación del hombre de su dependencia de las fuerzas de la naturaleza, obteniendo así las tribus una nueva posibilidad para el aumento de su número.

A medida que crecía la población aumentaban sus necesidades de alimentos y vivienda. Hubo entonces que incrementar la productividad, aumentando el número de trabajadores entre los aptos para sobrevivir. Al dividirse la sociedad en clases, cierto mejoramiento de las condiciones de subsistencia contribuyeron a un pequeño ascenso de la natalidad, disminuyendo la mortalidad al disminuir el hambre, pero la reproducción natural aún tenía rasgos similares a la época de la comunidad primitiva. La dinámica de la población, en cuanto al número, presentaba un cuadro muy desigual por territorios y pueblos; el aumento numérico cesaba al estallar una epidemia, una guerra o el hambre.

En la etapa feudal a diferencia de la esclavista, la clase dominante estaba interesada en el aumento de los campesinos siervos. Estimularon entonces su crecimiento natural por el matrimonio, para garantizar a los señores feudales el renovar o sustituir a los campesinos agotados y crear reservas necesarias que asegurasen la reproducción del modo de producción.

En los regímenes socioeconómicos precapitalistas, la reproducción natural de la población se caracteriza por dos rasgos específicos fundamentales:

- 1° Alta natalidad, determinada por los matrimonios tempranos de casi todas las mujeres jóvenes, con una alta fecundidad.
- 2° Alta mortalidad, determinada por el bajo desarrollo de las fuerzas productivas, las condiciones penosas de vida, el hambre, las guerras y las epidemias. Excepcionalmente alta era la mortalidad de los esclavos.

En el capitalismo se eleva considerablemente la demanda de fuerza de trabajo; los nuevos descubrimientos científicos, sobre todo en medicina y las nuevas formas de distribución del producto, constituyeron un estímulo directo a la reproducción de la población. Es por ello que la población crece en esta etapa a un ritmo más rápido que en los regímenes anteriores. Marx expone la ley de la población en el capitalismo cuando señala “... *al producir la acumulación del capital, la población obrera produce también, en proporciones cada vez mayores, los medios para su propio exceso relativo*”.

Pero debe destacarse que la causa de las desigualdades entre los hombres y naciones en el capitalismo, está en las formas de distribución de las riquezas y no en la existencia del exceso de población, como algunos quieren hacer ver.

El sistema socialista que tiene como ley determinante la satisfacción plena de las necesidades materiales y espirituales siempre crecientes de la población, genera su propia ley, que Baldyrev, Medvedeva y Yagodkin, economistas de la antigua URSS, la han enunciado así: *Ley del empleo completo y aprovechamiento racional de la población apta para el trabajo en la producción social*. Esta ley de población determina las regularidades de los procesos demográficos en los cuales a diferencia del capitalismo, tienen características más homogéneas, tanto en el marco interno de cada país como en el conjunto de éstos.

Podemos concluir que cada formación económico-social ha generado sus propias leyes de población las que han impreso sus características específicas a los procesos demográficos. En esencia se trata de cómo cada sociedad ha producido y reproducido sus propias relaciones de producción.

### **La población en los estudios medioambientales**

Pero ¿qué es la población en los estudios medioambientales? Como uno de los elementos fundamentales en el subsistema social, la población debe ser estudiada y evaluada en sus relaciones con los demás elementos de los otros subsistemas que constituyen el medio ambiente.

- **Interrelación población- medio ambiente.**

Hemos visto que la población es la base y el sujeto de la producción social, ya que los hombres al existir en un medio geográfico específico, crean bienes materiales en correspondencia con el desarrollo de las fuerzas productivas, siendo además por ello base natural del desarrollo social, ya que lo ha hecho surgir en su movimiento dialéctico.

El hombre vive en comunidad con sus semejantes y al crear bienes materiales establece vínculos entre él y el resto de los individuos, relacionándose con la naturaleza en el proceso de

producción. La necesidad de alimentos, ropa y vivienda no sólo están determinadas por condiciones biológicas, sino también por condiciones sociales y de estas últimas surgen además nuevas necesidades.

La satisfacción de las necesidades biológicas y sociales estará determinada por el modo de producción existente. En el desarrollo histórico interviene el factor de la procreación, la que se efectúa de conformidad con las propiedades biológicas del hombre, sin embargo, el crecimiento demográfico es ante todo un proceso regulado por las leyes sociales, o sea que obedece en cada momento histórico a las leyes que regulan el modo de producción existente y se ajusta a las necesidades e intereses de éste.

El análisis de la interacción del hombre y su habitat, de la sociedad y la naturaleza, es desde hace mucho tiempo, tradicional en la historia del pensamiento científico y filosófico. Para que la población cumpla su función necesita estar asentada en un territorio determinado y para lograr su supervivencia y reproducción es necesario que actúe sobre el mismo mediante el trabajo.

Lo que asegura la interacción de la sociedad y la naturaleza, del hombre y el medio ambiente, es la producción material. El trabajo es un proceso entre la naturaleza (el medio) y el hombre, en el que éste realiza, regula y controla mediante su propia acción, su intercambio de materias y energía con la naturaleza. En el proceso de producción no sólo se establecen relaciones entre los hombres, sino también entre éstos y el medio que utilizan y transforman para satisfacer sus necesidades materiales y espirituales.

La influencia de la producción social en el medio ambiente y la que éste ejerce sobre la población son históricamente variables. El carácter de esta interacción está determinado por el modo de producción social. El medio ambiente tiene una fuerte incidencia sobre la distribución espacial de la población y sobre el carácter de los asentamientos, tanto urbanos como rurales, influyendo además, en los procesos fisiológicos del hombre y su ecología.

La vida del hombre depende de la composición de la atmósfera, de la calidad del agua potable y de los productos alimenticios y de la interacción con otros organismos. El hombre se adapta a las condiciones naturales más en el plano social, que en el biológico, mediante la producción material y crea para sí las condiciones de vida que corresponden a sus necesidades, o sea, se adapta a las nuevas condiciones.

Ahora bien, en sentido general podemos encontrar en medioambientes similares, diferentes tipos de reproducción y de enfermedades y viceversa, porque las condiciones naturales influyen sobre la población a través de todo el conjunto de las condiciones socioeconómicas y de la existencia social. Los mecanismos de adaptación y protección del hombre muestran la unión de lo biológico y lo social; son biológicos por su naturaleza, pero influenciados por las condiciones socioeconómicas.

Otro aspecto de la interacción entre la población y el medio ambiente es que aún siendo análogos las condiciones sociales y el nivel de desarrollo científico técnico, el medio influye sustancialmente en las condiciones de trabajo y en varias ramas de la economía, por ejemplo en la agricultura, la pesca y la minería a cielo abierto. También puede apreciarse esto en la asociación del hombre en etnias. Como la influencia del hombre sobre el medio puede resultar no sólo positiva sino en algunos casos negativa, esta interacción alcanza una importancia sustancial.

Si consideramos el medio ambiente como un sistema abierto de carácter histórico, integrado por tres subsistemas: el natural, el económico y el social, que se interrelacionan entre sí, influenciándose tanto positiva como negativamente a través de los elementos que los conforman, analicemos cómo es que la población (elemento fundamental del medio social) actúa sobre el resto de los componentes de los otros subsistemas.

Los componentes de los tres subsistemas que reciben la influencia de la población son, del natural: Relieve, Suelos, Atmósfera, Agua, Vegetación, y Fauna; y Asentamientos, Agricultura, Bosques, Manejo del agua, Industria, Transporte, y Recreación, del subsistema económico.

A su vez, sobre la población ejercen su influencia estos mismos elementos, estableciéndose una interrelación recíproca. En el caso de la influencia negativa, que es la que se prioriza en los análisis geográfico-ambientales, pueden establecerse diferentes grados de afectación según su intensidad.

- **Indicadores y parámetros necesarios para los estudios ambientales.**

Una cuestión fundamental en el análisis ambiental es la identificación de los elementos que deben ser tomados en cuenta en el medio ambiente, definir los indicadores que los representarán, así como los índices o parámetros que los cuantifiquen.

Para conceptualizar los términos utilizados en el manejo de los indicadores se consideró, en primera instancia, el enfoque de sistemas que permite visualizar los elementos que constituyen el medio ambiente y comprender cuáles son sus funciones y procesos y así tener una visión total del sistema. También se hace necesario, antes de tratar lo referente a los tipos de indicadores y sus estructuras definir algunos términos que por ser usados por profesionales de distinta formación académica y aplicarse a sus estudios particulares pueden ocasionar confusión.

La definición de indicador ofrecida por CEPAL, en las Notas Técnicas de su Anuario Estadístico, plantea: *En términos generales se denomina **indicador** a una observación empírica que sintetiza aspectos de un fenómeno, que resulten importantes para uno o más propósitos analíticos y prácticos. Si bien el término indicador puede aludir a cualquier característica observable de un fenómeno, suele aplicarse a aquellas que son susceptibles de expresión numérica y pueden ser expresados en términos absolutos.*

Los indicadores pueden ser expresados en los términos absolutos en que se realiza la medición (simples) o derivados a través de un proceso de cálculo que relacione dicha medida con otras magnitudes (sintéticos). Es necesario destacar que al seleccionar los indicadores se debe tener en cuenta los criterios de pertinencia, comparabilidad, homogeneidad y de equilibrio.

El criterio de pertinencia se manifiesta al seleccionar aquellos indicadores de mayor interés para analizar cada cuestión ya sea una región, un elemento, etc. Con la comparabilidad se tiene en cuenta la disponibilidad de los datos básicos, su contenido conceptual homogéneo y su cobertura espacial.

También es necesario que un indicador, aparte de su comparabilidad, precisión y confiabilidad cumpla con los criterios de homogeneidad tanto respecto al tipo de fenómeno que caracteriza como a los agentes que en él participan y también el criterio de equilibrio debe tenerse en cuenta para equiparar el número de indicadores en cada área de interés, respetando la

complejidad de los fenómenos característicos de cada uno de ellos. La definición del conjunto de indicadores depende en mucho de la disponibilidad de la información.

- **Indicadores para el análisis de la población.**

Lo anteriormente expuesto es aplicable en el caso de los indicadores ambientales, concepto definido en la Norma Cubana NC 93-00-004:88 que expresa que los indicadores ambientales son *“un sistema de parámetros que reflejan las características cualitativas de los impactos, cambios y consecuencias, así como su distribución y magnitud”*. Deben reflejar además, la dinámica, la durabilidad, la velocidad y las tendencias del desarrollo. Estos indicadores varían según el objetivo, las condiciones o el problema que se esté analizando; una relación de los mismos puede consultarse en la norma a que se hace referencia al inicio de este párrafo.

Los indicadores ambientales que reflejan el funcionamiento del sistema naturaleza-sociedad deben expresar:

- 1) Características cualitativas y la magnitud de los impactos, los cambios y las consecuencias.
- 2) La dinámica de los procesos, su durabilidad, velocidad y tendencias del desarrollo.
- 3) Tiempo de retardo entre la ocurrencia del impacto y la aparición de los cambios y las consecuencias.
- 4) Distribución territorial de los procesos degradantes de la calidad ambiental de acuerdo con: sus direcciones específicas, su diferente intensidad, la determinación de puntos críticos y la regionalización.

En el caso de los indicadores que caracterizan lo normal o estándar al ser determinados por el hombre, son en su esencia socioeconómicos. Basados en los requerimientos que la sociedad demanda de la naturaleza, para su elaboración parten de una fundamentación natural. Los criterios utilizados son aquéllos que garanticen que en el sistema natural no se interrumpan los procesos de autorregulación y autorreproducción que caracterizan al sistema y permiten determinar el umbral de carga y la capacidad de carga real.

En los estudios ambientales para analizar el elemento población y sus relaciones con los demás elementos del medio pueden definirse los siguientes indicadores que para evitar duplicaciones en la información los hemos agrupado en 6 áreas: Características demográficas, Salud, Vivienda, Educación, Consumo y nutrición, y Nivel de vida.

**Características demográficas.**

1. Población total ( miles)
2. Densidad de población ( hab / km<sup>2</sup> )
3. Tasa anual de crecimiento (%)
4. Tasa bruta de natalidad (‰)
5. Tasa bruta de mortalidad
6. Tasa global de fecundidad
7. Esperanza de vida al nacer (años)
8. Población en edad activa (PEA) 15-65 años (% de la pob. total)

9. Relación de dependencia (pers. en edad no activa / cada 1000 pers. en edad activa)
10. Población urbana (% de la pob. total)
11. Población no agrícola (% de la pob. total)
12. Tasa de divorcialidad
13. Migración
14. Mujeres jefes de hogar (%)

**Salud**

1. Tasa de mortalidad infantil (‰)
2. Tasa de mortalidad en menores de 5 años (‰)
3. Tasa de mortalidad materna (‰)
4. Uso de anticonceptivos en mujeres (%)
5. Partos con asistencia de personal de salud capacitado (%)
6. Abortos a solicitud (%)
7. Mortalidad perinatal (%)
8. Principales causas de muerte
9. Suicidios
10. Índice de alcoholismo
11. Población infectada por VIH (%)
12. Niños inmunizados contra DPT (%)
13. Niños inmunizados contra TB (%)
14. Niños inmunizados contra polio (%)
15. Niños inmunizados contra sarampión (%)
16. Mujeres embarazadas inmunizadas contra tétanos (%)
17. Uso de la TRO (%)
18. Población con acceso a servicios de salud (en %)
19. Médicos p.c.
20. Enfermeras p.c.
21. Camas de hospital p.c.
22. Gasto público en salud (% del PNB)

**Vivienda**

1. Personas por habitación para dormir (promedio)
2. Población urbana que dispone de agua potable (%)
3. Población rural que dispone de agua potable (%)
4. Población con acceso a servicios de alcantarillado (%)
5. Población con servicio de luz eléctrica (%)

**6. Estado de la vivienda****Educación**

1. Alfabetización de adultos (%)
2. Niveles de instrucción de la población económicamente activa (PEA)
3. Tasa de desertores primarios (%)
4. Número de alumnos de primaria que alcanzan el 6° grado
5. Relación alumno profesor en la enseñanza primaria y secundaria
6. Relación alumno profesor en la enseñanza superior
7. Científicos y Técnicos (‰)
8. Mujeres alfabetizadas (%)
9. Mujeres en la enseñanza superior (por 100 000 hab.)
10. Mujeres en puestos profesionales y técnicos (%) (hombres = 100%)
11. Gasto público en educación (% del PNB)

**Consumo y nutrición**

1. Consumo diario de calorías p.c. con relación al nivel requerido (%)
2. Consumo diario de proteínas p.c. (en gramos)
3. Déficit calórico
4. Recién nacidos con bajo peso (%)
5. Emaciación en menores de 5 años (%)
6. Población de 6-11 años con bocio (%)
7. Producción de alimentos p.c.
8. Población urbana por ha. de tierra cultivable

**Nivel de vida**

1. PIB real per capita (dólares PPA)
2. PNB per capita (dólares)
3. Gasto público en la defensa (%)
4. Gastos de un núcleo familiar en alimentación contra los gastos en recreación
5. Población por debajo del nivel de pobreza absoluta (%)
6. Proporción de ingreso, 40% de hogares nivel más bajo
7. Proporción de ingreso, 20% de hogares nivel más alto
8. Televisores (‰)
9. Radiorreceptores (‰)
10. Diarios (ejemplares por 100 hab.)
11. Libros publicados (títulos por 100 000 hab.)
12. Distancia viajada en ferrocarril p.c.



13. Densidad de carreteras

14. Consumo de electricidad p.c.

• **Impactos de la población sobre el medio ambiente.**

El incesante incremento de la población genera problemas en el medio ambiente de características muy diferentes que van desde impactos directos sobre los geosistemas naturales hasta la agudización de problemas sociales.

En el proceso de producción de los bienes materiales y en su interrelación en la sociedad la población origina impactos sobre el medio que utiliza para su subsistencia. Los cambios del medio ambiente originados por la actividad del hombre son frecuentemente desfavorables. Algunos de ellos los podemos ver reflejados en la tabla que aparece a continuación.

**Tabla 1. Acciones negativas de la población sobre los elementos del medio ambiente**

<b>Elemento sobre el que actúa la población</b>	<b>EFECTO NEGATIVO</b>
Relieve	- Modificación por actividades productivas como la minería, construcción, etc.
Suelos	- Contaminación por desechos sólidos (basureros) - Deficiente manejo cultural, erosión - Ocupación de suelos agrícolas por ciudades, industrias y embalses
Atmósfera	- Contaminación por gases , polvo y ruido de la actividad urbano-industrial
Agua	- Contaminación por residuales líquidos, deterioro de la calidad - Uso excesivo del recurso agua potable
Fauna	- Degradación y extinción de las especies por el aumento de la caza y la pesca
Vegetación	- Deforestación - Tala desmedida por la expansión agrícola - Eliminación de especies vegetales
Asentamientos	- Sobrecarga por exceso de crecimiento o por migración
Agricultura	- Técnicas culturales inadecuadas - Ocupación de suelos agrícolas
Forestales	- Tala indiscriminada - Deforestación por sobreexplotación
Manejo del agua	- Uso excesivo para riego - Contaminación por residuales domésticos (albañales) a embalses
Industria	- Cercamiento por crecimiento urbano
Transporte	- Degradación por sobreexplotación de los medios
Recreación	- Daños por sobreexplotación o mal manejo de las instalaciones

- **Impactos ambientales posibles sobre la población y acciones que los pueden provocar**

La población responde muy sensiblemente a los cambios del medio ambiente y éstos se reflejan en la mayoría de los casos a través del estado de salud de la población. Las posibilidades de influencia de la sociedad actual sobre el medio ambiente alcanzan un nivel tal que estos resultados y, ante todo, los errores y las consecuencias imprevistas, pueden tener un carácter negativo irreversible para la salud de las personas.

En el presente, la salud ocupa un lugar cada vez más importante en el sistema de correlación de los valores sociales, considerándose uno de los exponentes del nivel de bienestar de la población, y reconocida por los expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como uno de los doce componentes que caracterizan el bienestar de la población.

La etapa actual del desarrollo social se caracteriza por una aceleración del ritmo de vida ya sea socioeconómico, cultural, científico, psicológico, etc. , dependiendo del grado de adaptabilidad al medio circundante (en su más amplio sentido) la salud y la productividad del trabajo del hombre.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los efectos negativos que los impactos ambientales pueden provocar sobre la población.

Tabla 2. Elementos del medio ambiente que actúan negativamente sobre la población

<b>Elemento actuante</b>	<b>Efecto negativo</b>
Relieve	Limitante al desarrollo del asentamiento de la población
Suelos	Limitante al desarrollo del asentamiento de la población
Atmósfera	Desastres naturales Lluvia ácida Enfermedades respiratorias
Agua	Inundaciones, empantanamientos, sequías Enfermedades de origen hídrico Carencia de agua potable
Fauna	Agentes productores y/o transmisores de enfermedades
Vegetación	Carencia de áreas verdes en parques y jardines
Asentamientos	Fondo habitacional y equipamiento técnico de la vivienda obsoletos Mantenimiento insuficiente de las viviendas Insuficiente construcción de viviendas, hacinamiento Carencia de áreas destinadas a parques y jardines Insuficiente desarrollo de la infraestructura
Agricultura	Producción precaria, déficit alimentario
Forestales	Insuficiente producción
Manejo del agua	Sistema insuficiente e inadecuado de redes técnicas Riesgos a la salud por enfermedades de origen hídrico
Industria	Residuales contaminantes Ocupación de espacios urbanos y agrícolas
Transporte	Insuficientes medios de transporte de pasajeros Carencia de áreas de parqueo Vías inadecuadas por diseño obsoleto Congestión del tráfico, ruido y contaminación por CO <sub>2</sub>

Recreación	Insuficiente número de capacidades Deficiente infraestructura
------------	--

Los cambios del medio circundante originados por la actividad del hombre son frecuentemente desfavorables. El rápido crecimiento de la población puede contribuir a dañar el medio, especialmente cuando se combina con ciertos factores no demográficos como son: la desigual distribución de la tierra cultivable, el sobrepastoreo, la deforestación, la desertificación y la urbanización e industrialización que traen consigo la contaminación del aire, el agua y el ruido.

En los países en desarrollo la escasez de madera tiene una gran repercusión en la vida diaria de la población. Cuando no hay suficiente combustible para cocinar los alimentos y hervir el agua, las enfermedades se propagan más fácilmente. El crecimiento de zonas agrícolas producto de la presión de la población produce también nuevos desmontes, que provocan el aumento de la deforestación y en los países donde no existe una política adecuada de reforestación se corre el riesgo a la larga, de que los suelos vayan perdiendo sus nutrientes y la materia orgánica, la erosión se encuentre favorecida y se inicie un proceso de desertificación.

#### IV.15. CRITERIOS PARA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE CIUDADES INTERMEDIAS

MSc. Carmen Luisa González Garcíandía y Dr. Hugo Romero Aravena

Los últimos 30 años del pasado siglo, se caracterizaron por el surgimiento de una preocupación por el medio ambiente debido a su deterioro producto de la aplicación de tecnologías contaminantes, el uso irracional de los recursos naturales, el crecimiento acelerado y no previsto de la población, entre otros, los que están incidiendo negativamente en la calidad de vida de la población con la aparición de enfermedades como la fiebre tifoidea, el cólera y las diarreas causadas por el agua contaminada, la corrosión de edificios, monumentos y joyas arquitectónicas provocadas por la lluvia ácida, problemas respiratorios con resultados a menudo fatales debido a la contaminación atmosférica, etc.

Debido a la agudización de estos problemas, a nivel internacional se han reunido intelectuales de diversas disciplinas para analizar, discutir y criticar estos problemas que se están transformando en un verdadero desafío para los gobiernos de todos los países del mundo, ya que sus nocivos efectos en la población tienen costos económicos elevados, por ejemplo en ausentismo laboral, problemas de salud graves, baja de la productividad y patologías sociales asociadas tales como: agresividad, impotencia, depresión, etc.

Los problemas ambientales que se viven más intensamente en el ámbito rural y en el urbano son distintos, ya que estos tipos de asentamientos humanos tienen diferencias esenciales en cuanto a: cantidad de población que concentran, equipamientos sanitarios, servicios, actividades productivas y posibilidades de empleo entre otras. De este modo, los problemas ambientales que interesan detectar son aquellos que se dan en un medio ambiente urbano.

Se considerará al **medio ambiente urbano** como aquel espacio que funciona como un sistema abierto, y está integrado por elementos naturales (aire, agua, suelo, vegetación y vida animal), aquellos creados por el hombre o construidos (viviendas, industrias, infraestructura, patrimonio arquitectónico, etc.), las actividades económicas de transformación, distribución y servicios; y sociales (tradiciones, segregación urbana, pobreza, etc.), las que se encuentran en constante interacción e interrelación.

Se dice que los sistemas abiertos no son autosuficientes porque dependen en mayor grado, en comparación con el medio ambiente rural, del aporte de energía y materiales desde el medio ambiente externo, para mantener sus funciones vitales (alimentos, viviendas, energía, etc.) y su reproducción (crecimiento, acumulación de bienes y servicios); así como para disponer los desechos resultantes de sus funciones desubsistencia, sobrevivencia, recreativas, entre otras, las cuales no deben sobrepasar la capacidad natural de la tierra para absorber y reciclar los desechos.

La ciudad es el lugar donde más se nota el impacto que el hombre hace sobre la naturaleza, ya que se crea un nuevo ambiente, con unas características muy específicas. Dentro de las más importantes tenemos: existe una mayor superficie construida versus superficie natural, la infraestructura instalada consume altas cantidades de energía, existe una mayor densidad poblacional, concentración de diversos servicios e industrias, mayor diversidad y oportunidades de empleo, etc. Estas características generan una serie de fenómenos ambientales propios de las ciudades, a saber:

**Islas de calor:** este fenómeno se refiere a las altas temperaturas ambientales que se producen en sectores de la urbe, producidas básicamente por:

- a) El calor generado por los edificios, viviendas, transportes y fábricas debido al consumo de altas cantidades de energías, las que posteriormente pasan a la atmósfera.
- b) El hecho de que la mayor parte del agua de lluvia escurre por el asfalto hasta las alcantarillas no produciéndose la cantidad de evaporación necesaria para refrescar el ambiente.
- c) Durante el día en la ciudad los materiales de construcción absorben y acumulan calor, y por la noche al enfriarse devuelven este calor a la atmósfera intensificando el calor ambiental.

**La inversión de la temperatura del aire:** se manifiesta si el aire próximo a la superficie de la tierra está más frío que el de las capas superiores, cuando en condiciones normales el aire es más frío mientras más elevado se halla de la superficie. Este efecto acrecienta la gravedad de la contaminación del aire en las ciudades al no poderse elevar, y encontrarse atrapado con sus contaminantes. Dicho fenómeno es producido por determinadas circunstancias como el relieve donde se asienta la ciudad -ya que si la misma se encuentra rodeada por cerros o cadenas montañosas, acumula aire frío-; y el clima de la zona, porque en aquellas regiones donde los rayos solares caen de forma oblicua las masas de aire que se encuentran cerca de la superficie no llegan a calentarse lo suficiente como para que pueda elevarse.

**Contaminación atmosférica:** está referida a la pérdida del equilibrio existente en la composición natural de gases y partículas que constituyen el aire, como producto de factores antropogénicos. Se le entiende como "la presencia en el aire de sustancias y formas de energías que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo de daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza. El que una sustancia sea considerado contaminante dependerá del efecto que produzca sobre los receptores" (Manuel Sanz, 1991).

Este fenómeno se da en todas las ciudades actualmente, con menor o mayor gravedad debido a las características propias del medio ambiente urbano, tales como: alta concentración de población y actividades, intenso uso de energías, problemas de ventilación, escasez de áreas verdes, etc. Por esta razón es que se han elaborado normas ambientales, que son herramientas de gestión del espacio urbano, cuyo objetivo es mantener los niveles de contaminación en valores que no atenten contra la vida del ser humano, de la flora y de la fauna.

**Aumento de las patologías biológicas y sociales:** íntimamente relacionado con el punto anterior, tenemos que los índices de patologías biológicas y sociales siempre son más altos en el ámbito urbano que en rural, viéndose deteriorada de forma aguda la calidad de vida de los habitantes de la urbe.

*Entre las patologías más importantes que podemos encontrar en la urbe están las causadas por la contaminación atmosférica la cual genera altos índices de problemas respiratorios, náuseas, cefaleas intensas, etc. Asimismo, la contaminación acústica produce numerosas alteraciones de determinadas constantes fisiológicas tales como la presión sanguínea, el ritmo cardíaco, etc., ocasionando interferencias en el descanso, en el sueño y en la estabilidad psicológica de los sujetos, lo que conlleva a problemas de tipo social tales como: irritabilidad, agresividad, incapacidad atencional, ausentismo laboral, etc.*

**Eliminación de desechos domiciliarios, industriales y peligrosos:** hasta 1991 el problema de los residuos urbanos era un tema no resuelto en la región de América Latina, existiendo múltiples enfoques en torno a los impactos negativos de este problema en la salud y en el medio ambiente. Sin embargo, aún no existe una política integral para su tratamiento adecuado por lo tanto, constituye en la actualidad uno de los problemas más graves de los centros urbanos. De hecho la ciudad de Santiago de Chile genera 5 millones de kilos al día (Hernán Durán de la Fuente, 1997).

**Hacinamiento urbano:** hace unos 100 años, cerca del 5 % de la población mundial vivía en ciudades con más de 100.000 habitantes. Actualmente se calcula que un 45 % vive en zonas urbanas, es decir, cerca de 2 500 millones de personas. En años recientes el crecimiento más explosivo tuvo lugar en los países en desarrollo, donde las poblaciones urbanas se triplicaron en los últimos treinta años. De este modo la alta densidad de población urbana es la causa de múltiples patologías que se viven cotidianamente en la zona, algunas de ellas: hacinamiento que provoca falta de privacidad, promiscuidad, falta de espacios de recreación, viviendas pequeñas, alteraciones emocionales, falta de higiene, agresividad, etc.

**Pobreza urbana:** la pobreza es un problema complejo y multidimensional con origen tanto en el ámbito local, nacional e internacional. La pobreza urbana adopta características ambientales bastante especiales tales como segregación, viviendas precarias, falta de acceso a los servicios básicos (agua potable, alcantarillado, electricidad), etc.

*En América Latina y el Caribe la distribución del ingreso es hoy más concentrada e inequitativa que a fines de la década de los 70, por lo que la región no ha podido lograr progresos importantes en materia de reducción de la pobreza. "En muchos países se observa un aumento de la pobreza urbana y de las desigualdades de acceso a niveles adecuados de calidad de vida y oportunidades de progreso. En términos generales, el 20% más rico acumula cerca del 50% de los ingresos, mientras el 20% más pobre sólo percibe alrededor del 5%". (Joan Mac Donald, 1996)*

**Abastecimiento de agua potable:** en la actualidad este indicador aún es deficitario en una parte importante de la población en ciudades intermedias con toda la problemática que esto genera en el ámbito de la salud y nutrición de su población. Para América Latina y el Caribe, Joan Mac Donald (1996) plantea que "a pesar de los avances logrados en materia de saneamiento, el acceso a agua limpia y a sistemas de evacuación que aseguren un mínimo de salubridad, sigue siendo un objetivo no alcanzado para muchos lugares, pese a los altos niveles de urbanización alcanzados. Más del 30% de las viviendas no contaban a inicios de los 90 con acceso a agua por tubería, y el 60% tampoco a alcantarillado, situación que se puede relacionar en algunos países con aspectos tales como las tasas de desnutrición, mortalidad infantil, ocurrencia de enfermedades estacionales, ausentismo escolar y laboral, etc."

- **Tratamiento de aguas servidas:** este es un punto de gran importancia para el desarrollo sustentable debido a las limitaciones que esta presentando este recurso en el ámbito planetario. El insuficiente o no tratamiento de las aguas residuales, reduce la disponibilidad de este recurso para determinados fines como por ejemplo en actividades domésticas provocando consecuencias negativas en la salud de la población y en actividades recreativas.

**Criterios para la sustentabilidad de las ciudades.**

Se cree que la mayoría de los problemas ambientales tienen la posibilidad de ser resueltos la medida que se tenga claridad acerca de cuál es el medio ambiente adecuado y armónico para la vida humana. Una forma de lograr esta claridad es definir los criterios de lo que se entenderá por ciudad sustentable, lo que facilitaría el proceso de toma de decisiones.

Una **ciudad sustentable**, a partir de la definición dada por Haughton y Hunter (1994), es aquella donde su población, tanto la que vive como la que labora, mantiene una relación de equilibrio con el entorno natural y construido presentando índices adecuados de calidad de vida, para lo cual trabajan constantemente mejorando el mencionado entorno en el ámbito local, repercutiendo así en el logro de los objetivos del desarrollo sustentable regional y global.

Por **desarrollo sustentable**, y teniendo en cuenta la definición de la Comisión Brundtland (1987), se entenderá como aquel proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfagan las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo las de las futuras generaciones. Es decir, el proceso de desarrollo provoca alteraciones sobre el medio ambiente, pero no necesariamente éstas conducen al deterioro del mismo. En la medida que las intervenciones se mantienen dentro de los límites compatibles con la capacidad de regeneración del ecosistema, se puede asegurar que sus propiedades fundamentales permanezcan estables en el largo plazo.

El principal desafío que enfrentan hoy los Gobiernos (desde los niveles municipales hasta los nacionales), es saber como diseñar y aplicar sistemas de evaluación y gestión capaces de fomentar y conciliar los tres grandes objetivos que llevan al desarrollo sustentable: el crecimiento económico, la equidad (social, económica y ambiental) y la sustentabilidad ambiental (Axel Dourojeanni, 1997). Para esto es necesario comprender que las vías para lograr este desarrollo son diferentes para cada país, en dependencia del nivel de desarrollo en que se encuentren.

La dimensión económica del desarrollo sustentable viene dada por los recursos con que cuenta cada territorio, por lo que las estrategias que se tracen deben ofrecer soluciones factibles en función de esto. De esta manera es que algunos países podrían trabajar en incorporar tecnologías más eficientes y limpias a los cambios que se producen en la producción, la disminución de la generación de desechos a través del reciclaje, la promoción de usos mixtos del suelo con los consiguientes ahorros de energía al facilitarse sistemas de calefacción y disminución del transporte particular, etc.

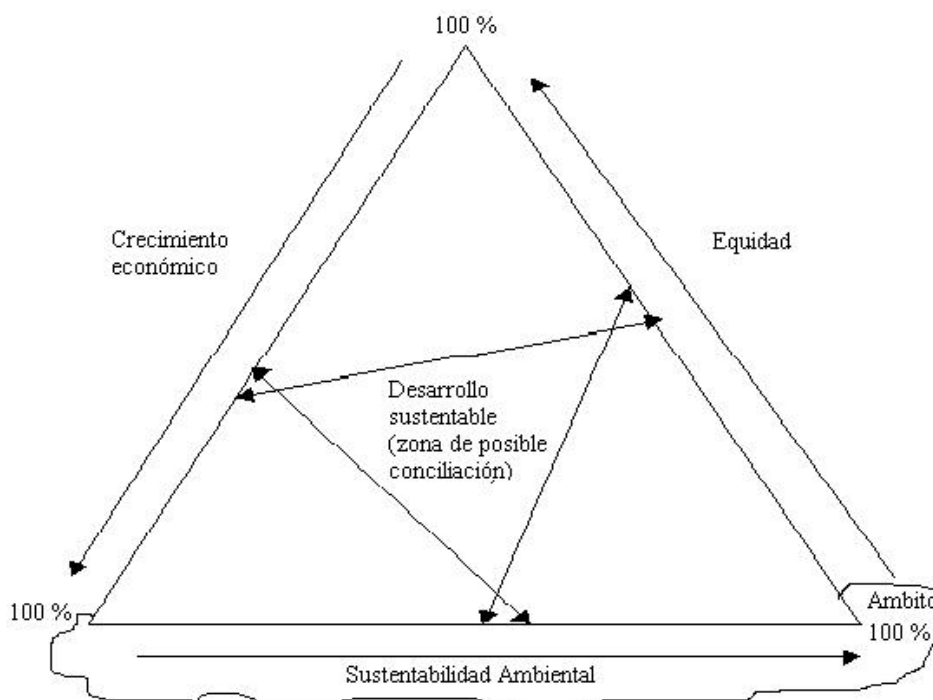
La equidad está dada por el igual acceso que deben tener todas las personas -de ingresos económicos bajos y altos, hombres, mujeres, niños, jóvenes y ancianos- a viviendas adecuadas, servicios de salud y educación eficientes, oportunidades de empleo, servicios básicos (acueducto, alcantarillado y energético), condiciones de aire, agua y tierra no contaminados, actividades culturales, seguridad y bienestar general, participación en la adopción de decisiones y en el desarrollo de su territorio, entre otros.

El proceso de lograr la sustentabilidad ambiental en determinado territorio, está orientado a la mantención de la capacidad de carga del ecosistema, es decir, la capacidad de recuperación del ecosistema después de haber sido perturbado por las agresiones antrópicas. Por ejemplo,

se debe proteger y/o recuperar la calidad de los recursos naturales (aire, agua y suelo) mediante medidas que incentiven el uso de la gasolina sin plomo, auditorías ambientales que fiscalicen las disposiciones y normas jurídicas vigentes en materia de protección del medio ambiente, etc.

Peter Nijkamp ilustra esta situación a través de un triángulo, donde cada uno de sus costados representan un objetivo y las flechas que se encuentran al lado de los mismos muestran el sentido en que se deben de lograr, formándose de esta manera en el centro del triángulo un área de posible conciliación entre ellos. A este triángulo, Axel Dourojeanni le agrega en la base el ámbito o espacio dentro del cual se quiere alcanzar el desarrollo sustentable (ver Gráfico 1).

**Gráfico 1. Representación de los objetivos del desarrollo sustentable.**



Fuente: Dourojeanni, 1997.

Los principios del desarrollo sustentable son la equidad inter-generacional, la equidad intra-generacional y la responsabilidad transfronteriza. Haughton y Hunter (1994) definen los conceptos anteriormente mencionados de la siguiente forma:

❖ Equidad Intergeneracional: "significa que al considerar cualquier actividad humana se debe tener en cuenta la necesidad y habilidad de las futuras generaciones para dar cuenta de sus necesidades y aspiraciones. Las dificultades de la valorización de cuál es la situación actual impide conocer lo que se está traspasando a las generaciones futuras."

❖ Equidad Intrageneracional o de Justicia Social: "considera a la pobreza como la principal preocupación de las generaciones actuales. La sustentabilidad requiere que el control sobre la distribución de los recursos sea ejercido mayormente, tomando en cuenta las necesidades



---

básicas y las aspiraciones comunes."

❖ **Responsabilidad Transfronteriza:** "se requiere en el nivel más amplio una responsabilidad compartida sobre el medio global. Ello incluye que los costos de los impactos ambientales no deben considerar un desplazamiento geográfico no compensado de los problemas ambientales: de los países ricos a los pobres, de las regiones más modernas a las tradicionales, de las áreas urbanas al hinterland rural".

Sin embargo, existe la necesidad de operacionalizar el concepto para poder medir las diversas situaciones de sustentabilidad existentes. Una manera de realizar esto es a través de indicadores que sean posible de cuantificar y manipular.

Los indicadores que a continuación se detallan pretenden entregar una herramienta lo más completa posible para realizar una gestión ambiental que permita acercarnos progresivamente al desarrollo sustentable de la ciudad. Para ello sirvieron de fuente los trabajos realizados por Winograd, 1995; CONAMA, 1996; Naciones Unidas, 1996; Universidad Bolivariana, 1998; Gross y Rivas, 1998; y, Gross y Hajek, 1998.

Para enfrentar el problema de la sustentabilidad de los ecosistemas urbanos, necesariamente nuestra óptica debe ser multidimensional ya que los mismos involucran en su dinámica de funcionamiento diversos aspectos. De este modo se describen una serie de criterios que ayudarán a conformar una propuesta de modelo teórico de lo que debería ser una ciudad sustentable. Para ello se identifica en primer lugar la dimensión a la cual están referidos.

- **Dimensión del Medio Ambiente Natural.**

La gestión de los diversos actores sociales involucrados en la vida de la ciudad debe estar orientada a la conservación armónica y sana de los elementos naturales, tales como: aire, agua, suelos, vegetación y fauna, a través del uso racional de éstos de tal forma que no se exceda la capacidad de carga de la zona atentando contra su resiliencia, es decir, la capacidad del ecosistema de retornar a su equilibrio luego de haber sido perturbado.

Los criterios propuestos para este medio son:

1.) El conocimiento de la **geología** del territorio es de suma importancia ya que no todas las estructuras geológicas tienen la misma resistencia para soportar el medio ambiente construido, unos requieren más inversiones que otros. También debe analizarse los posibles riesgos que pueden afectar a la ciudad como son movimientos sísmicos, deslizamientos, lahares (arrastre de lodos), etc.

2.) La **geomorfología** de una zona va a condicionar los usos del suelo y el crecimiento urbano ya que una ciudad debe estar ubicada físicamente en zonas que no tengan riesgos naturales que atenten contra la salud física y psicológica de las personas. De este modo deberían estar localizada lejos de lugares donde puedan desbordarse ríos. Asimismo, su ubicación debe contemplar un relieve adecuado que facilite la radiación solar y una ventilación que disperse los contaminantes, y que favorezca la escorrentía superficial, así como la cercanía a zonas húmedas que permitan mejorar las condiciones de la humedad atmosférica local.

3.) Dentro de las diversas actividades que se desarrollan en la ciudad, ya sean de tipo productivas, educativas, recreativas, etc., se deben desarrollar de forma planificada y

sistemática, acciones encaminadas al reciclaje y tratamiento ecológicamente adecuado del **aire** contaminado, a través de la vegetación, limitación de las emisiones, filtros, etc.

4.) Las actividades que se desarrollen en la ciudad deben considerar la capacidad real del recurso hídrico que tiene la zona para obtener un balance adecuado entre la disponibilidad y consumo de **agua**. Para lograr este equilibrio es importante conocer la pluviosidad, la permeabilidad de los suelos, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, etc.

5.) Localizar las fuentes fijas de emisión de contaminantes atmosféricos de tal forma que la dirección y velocidad de los **vientos** de la zona, sirvan para dispersar los tóxicos y no se depositen sobre ella. Por lo tanto, es importante conocer sobre estas variables a la hora de localizar dichas fuentes.

6.) Presencia y conservación de **áreas verdes** al interior y en el entorno de la ciudad ya que las mismas mejoran las condiciones del microclima local y el bienestar de la población, actuando como una manta sobre el suelo, impidiendo que la tierra absorba mucho calor durante el día y evitando que se enfríe en exceso durante la noche. Además, protegen al suelo de la erosión, reducen la proporción de precipitaciones que contribuyen al escurrimiento, ayudan a mantener la biodiversidad, frenan el viento, la contaminación por ruidos, olores, humos, polvos e impurezas (estos últimos tienen un límite, pues cantidades excesivas de contaminantes pueden dañar los árboles). En dependencia a la función a que se destinen las áreas verdes se tendría que tener en cuenta determinada especie, su densidad, el tipo de hojas ya que por ejemplo la presencia de especies arbóreas de hoja caduca en las plazas y espacios verdes permiten la insolación en invierno y la sombra en verano.

- **Dimensión del Medio Ambiente Construido.**

1.) Su **tamaño físico o superficie** debería ser medio, es decir, de un tamaño tal que la población pueda acceder fácilmente a la utilización de bienes y servicios sin tener que desplazarse a grandes distancias con el consiguiente uso de transportes excesivos que sólo consumen recurso tiempo, atentan contra la calidad de vida de las personas y aumentan los índices de contaminación. De esta manera se debe estimular que los mayores viajes se realicen a pie y/o en bicicleta.

2.) Se debe asegurar una **vivienda** digna en tamaño físico y calidad de la construcción de tal forma de asegurar la calidad de vida de la población y su proyecto de vida futuro.

3.) La ciudad debe tener una cobertura total de **infraestructura de saneamiento básico**. Esto está dado por el porcentaje de la población que tiene acceso a un agua potable con la calidad requerida y, a instalaciones sanitarias adecuadas para la eliminación de sus excrementos, con el fin de reducir el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por las heces y la frecuencia de estas enfermedades. También se debe contar con cobertura de **tratamiento eficiente de las aguas servidas** ya que el insuficiente o no tratamiento de las aguas servidas reduce la capacidad de este recurso para determinados fines, provocando consecuencias negativas en la salud de la población.

4.) La **conservación del patrimonio construido** y en especial el histórico-arquitectónico como expresión de la cultura e identidad de la sociedad.

5.) La planificación urbana debería considerar el **trazado fundacional de la ciudad**, de tal manera de lograr una armonía con la trama histórica y los requerimientos naturales de la topografía (en lugares que no se inunden, no obstaculicen la insolación y expuesto al norte, que no interfieran en la dirección predominante de los vientos y las direcciones de canales y ejes de drenaje (obliteración)), en topografía plana o bien trazados siguiendo curvas de nivel, etc. Los nuevos modelos arquitectónicos deben ser coherentes con la experiencia histórica con el fin de mantener la identidad cultural de la ciudad y su población.

6.) Las principales **calles y aceras** de la ciudad deben estar pavimentadas y limpias para evitar el polvo en suspensión y facilitar la circulación; pero manteniendo bajo control las islas térmicas y escurrimiento a través de una distribución adecuada de la vegetación.

7.) Debe existir una infraestructura de **alumbrado público** adecuada a las necesidades de la población, poniéndose énfasis en la iluminación nocturna de aquellos lugares de mayor riesgo para la población.

8.) Buen servicio de **transporte público** en términos de frecuencia, calidad del transporte, cobertura y ruta privilegiando aquellos que no sean contaminantes. Además, los camiones de carga deberían transitar por la periferia de la ciudad, evitando su paso por dentro de ella.

También se debería planificar el crecimiento y uso del parque automotor privado, incentivando el uso del transporte público ya que produce grandes ahorros de energía, reduciendo de esta manera las emisiones de gases y partículas contaminantes.

9.) Los **medios de comunicación** juegan un importante rol en el logro de la sustentabilidad urbana ya que influyen sobre la producción, distribución y consumo de la información por ejemplo: a través de ellos se pueden promover pautas de desarrollo sustentable como que se reduzcan las demandas del transporte particular y se promueva el uso del transporte colectivo, se den a conocer oportunidades de empleo, se fomente la apreciación por el patrimonio histórico, natural, religioso, etc.; la promoción de actividades deportivas, recreativas y culturales; se expliquen los problemas causados a la salud humana debido a condiciones ambientales adversas (falta de saneamiento, eliminación inadecuada de desechos, contaminación del agua, aire y suelo, exposición a niveles de ruido excesivos, etc.). A través de la diversificación de periódicos, revistas, libros, etc. se puede conocer sobre esta información, por lo que debe haber una distribución de los kioscos de venta de estos materiales en toda la ciudad de manera que la población pueda acceder a ellos todos los días caminando, así como de teléfonos públicos y buzones de correspondencia que permitan una mejor comunicación entre la población.

- **Dimensión socioeconómica del medio ambiente.**

1.) La **densidad de población** es una variable esencial de considerar para lograr la sustentabilidad de las ciudades ya que define los recursos que serán necesarios para satisfacer adecuadamente las necesidades de la población. Una alta concentración de habitantes entraña una mayor demanda local de empleo, vivienda, lugares de recreo, seguridad social y servicios, y la necesidad de una infraestructura ambiental de saneamiento y gestión de residuos. Por otro lado, se tiene que si el crecimiento de las ciudades se realiza por expansión de baja densidad entonces se requerirá de una inversión en infraestructura muy costosa en relación con la cantidad de personas que vivirán allí, aumentará además, el uso del automóvil particular con el

consiguiente consumo de combustibles y emisiones de contaminantes debido a que al transporte público no le resultará factible su recorrido por esa zona.

2.) El **crecimiento de la población** debería ser planificado considerando las potencialidades y características de la ciudad ya que un excesivo y rápido aumento de ésta ponen en riesgo el equilibrio del sistema ambiental. Este tipo de crecimiento es superior a la capacidad de los gobiernos para satisfacer sus demandas de alimentos, vivienda, suelo, empleo, educación, suministro de agua, saneamiento, servicio de recogida de basuras, áreas verdes, deportivas, etc., lo cual puede generar una serie de efectos físicos y patologías sico-sociales que finalmente atenten contra la viabilidad del sistema.

3.) La **eliminación de los desechos sólidos urbanos** debe realizarse a través de sistemas adecuados de eliminación y tratamiento de los mismos, promoviendo la reducción de los desechos domésticos desde el origen (las viviendas, industrias, comercio, etc.) e incentivando así la reutilización y reciclado de los mismos lo que provoca una disminución de los costos operacionales de la gestión de los recursos sólidos, se mantiene la capacidad de los vertederos, permitiendo además, la generación de ingresos a la población urbana pobre. El caso de los residuos peligrosos como los provenientes de hospitales, industrias, artículos domésticos como pilas, etc., deben recibir un tratamiento y disposición específicos para ellos.

Sobre los movimientos transfronterizos de desechos y sustancias peligrosas, tiene que existir un control de acuerdo a lo que está estipulado en los tratados internacionales.

Los sitios de vertederos deben de tener una localización adecuada (que no sean en lechos de ríos, y que no contaminen el acuífero y el aire), alejados de la ciudad y utilizando como tipo de tratamiento los rellenos sanitarios.

4.) La **no presencia de asentamientos urbanos no autorizados** ya que estas personas se caracterizan por no tener derechos sobre la tierra que ocupan, sus viviendas son precarias, su entorno es inseguro, carecen de servicios básicos, se ubican en zonas expensas a desastres naturales, prácticamente no disponen de áreas verdes, son vulnerables a enfermedades infecciosas, etc.

5.) Para asegurar la sustentabilidad de una ciudad un requisito insoslayable es la **cobertura de los servicios de educación y salud**.

6.) Una ciudad sustentable debe asegurar la **seguridad física, emocional y psicológica del individuo y su entorno familiar y social**.

7.) Una **participación ciudadana** activa a través de sus organizaciones sociales, territoriales y funcionales, reconocidas por su gobierno y demás actores sociales, permite una mejor toma de decisiones. Junto a ello se debe generar espacios y estímulos necesarios para que la población se comprometa en la solución de los problemas de su comunidad. También se debe estimular a aquellos actores sociales pertenecientes a la comunidad y que cuentan con recursos que son necesarios para solucionar problemas ambientales sean capaces de ponerlos a su disposición por ejemplo, intelectuales que den charlas de educación ambiental, empresarios que faciliten recursos económicos o maquinarias, cedan parte de su suelo para alguna actividad específica, etc.

8.) Que existan suficientes **espacios de uso público** y de buena calidad, que posibiliten el encuentro e integración social y cultural de la población de manera que no se conviertan en lugares propensos a asaltos, agresiones, violaciones, etc. No deberían haber sitios eriazos (solares yermos), que en el caso de existir, deberían estar ocupados por ejemplo con áreas verdes debido a su efecto positivo sobre el microclima de la ciudad.

9.) Una ciudad sustentable debería garantizar **fuentes de empleo** a toda la población económicamente activa en condiciones físicas de trabajo dignas, con contratos y sueldos justos. Por lo tanto, debería considerarse la posibilidad de generar programas de estudios técnicos para preparar una fuerza de trabajo que efectivamente sea necesaria a las características de desarrollo productivo de la zona.

10.) Que exista una **infraestructura de bienes y servicios** (comercio, etc.) que satisfaga adecuadamente las demandas de la población de tal manera de evitar su emigración, propendiendo además, a la utilización de usos mixtos del suelo ya que puede significar ahorros energéticos debido especialmente a la disminución del uso del transporte particular.

11.) Debe existir una **integración social** de los diferentes estratos socioeconómicos evitando la segregación socio-espacial de cualquiera de ellos.

12.) Que los sistemas productivos utilicen **tecnologías limpias**, poniendo especial énfasis en la reducción de la cantidad de desechos, incrementando al máximo la cantidad de desechos que se reutilizan y reciclan.

A modo de consideraciones finales, debemos decir que la metodología desarrollada a partir de la utilización de un conjunto de indicadores y mapas temáticos, permiten ubicar y visualizar espacialmente la distribución de los principales problemas ambientales que se dan en las ciudades.

Se recomienda profundizar en el análisis de las variables a tener en cuenta en los estudios de la sustentabilidad ambiental de las ciudades, debido a su complejidad ya que involucran una serie de aspectos.

---

**IV.16. LA INTERRELACIÓN SALUD-MEDIO AMBIENTE EN EL ANÁLISIS AMBIENTAL.**

MSc Maritza Llerena Portilla

El desarrollo científico ha permitido esclarecer numerosos aspectos del proceso de enfermar, lo cual posibilita alcanzar niveles superiores en la formulación de hipótesis fenomenológicas que faciliten las intervenciones eficaces por su rapidez, en salud pública.

El medio ambiente se encuentra muy relacionado con los fenómenos de salud y enfermedad, ya que la salud es un estado de bienestar fruto de un equilibrio temporal, precedido por una historia natural y social.

Según (Calderón, 1995), la salud ambiental es la resultante del equilibrio dinámico entre el hombre y su medio, las fuerzas productivas y la oferta ambiental, entre la cultura y el individuo, necesidades fundamentales y flujos energéticos, y la ruptura de este equilibrio da lugar a la aparición de la enfermedad.

En un medio geográfico cualquier afectación que sobrepase los límites permisibles, es percibido por el hombre, ejemplo de ellos tenemos el estrés, algunas enfermedades respiratorias, las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua, etc.

En las publicaciones científicas, aparecen referencias de ciertos cambios en las tendencias de algunas enfermedades aisladas, como el cólera, el paludismo, el cáncer de la piel, etc.

Dos científicos ambientales: Colwell y Epstein, emitieron la hipótesis de que el fenómeno de “El Niño” podría ser la causa de la aparición mortífera del cólera en Sur América en 1991.

Stone publica en Science el 17 de febrero de 1995 un excelente resumen, el cual se considera, en general, a continuación (Ricciardi, 1995).

Los estados de sano y enfermo ocupan los extremos de un único proceso, lo cual tiene un carácter social normativo, esto es evaluado a través de los individuos de una comunidad ya que de forma convencional la salud del individuo suele verse en un momento determinado, pero esto realmente se encuentra en constante cambio y en un equilibrio relativo, resultado de la interacción con múltiples factores ambientales de carácter físico (naturales y antrópicos) y los sicosociales. De manera que el estado de salud actual del individuo y de la comunidad es el resultado del proceso de adaptación al medio ambiente y sus variaciones.

El nivel de salud de las poblaciones humanas debe entenderse como una consecuencia del funcionamiento ambiental físico (natural y construido) y sicosocial, además de ser indicativos de la sostenibilidad ambiental del desarrollo socioeconómico.

La salud de las poblaciones humana tiene la capacidad de impactar sobre los diferentes tipos de subsistemas y componentes ambientales, por lo que en este sentido la administración de salud cobra interés económico además de social. Debe entenderse a la actividad de producir salud como una función económica y de gestión ambiental, y como consecuencia es necesario conocer en cada caso los factores que lo determinan.

Estas investigaciones servirán para trazar programas de salud para corregir las situaciones ambientales desfavorables en los territorios. De ahí que el objetivo general, sea el de valorar las necesidades ambientales que afectan a la salud de la población y proponer intervenciones correctoras en los procesos negativos.

Como objetivos específicos se persigue identificar los cambios ambientales (físicos y socioeconómicos) que influyen en la salud de la población, evaluar las consecuencias de carácter primario y secundario de los cambios ambientales en la salud del hombre y orientar medidas preventivas y de promoción, con carácter de intervención de salud, de la población humana, para modificar la tendencia de los procesos negativos identificados.

- **La contaminación ambiental. Algunos criterios metodológicos para su estudio.**

El deterioro ambiental tiende a afectar a las condiciones de salud de la población. Uno de los índices fundamentales de estimación de salud está relacionado con las condiciones ecológicas, para cuya valoración se utilizan métodos matemáticos, modelación cartográfica, etc, incluyendo datos visuales que posibiliten la comprensión de las relaciones entre condiciones de salud y el medio ambiente.

Para analizar las complejas características del estado del ambiente y de la salud humana, resulta importante la consideración de diversos parámetros y así los resultados de este tipo de estudio harán posible el reconocimiento de la combinación de factores ecológicos y la identificación de áreas que requieren estudios más detallados.

De ahí la aseveración de que las potencialidades de las condiciones ambientales, deteriorantes pueden incidir en la salud del hombre (Hardoy, 1992; Phillips y Verhasselt, 1994 y Satterthwaite, 1996).

Es importante para el logro de una buena salud humana, la consideración de la influencia que tiene la reserva de recursos para el bienestar social y el estado biológico del individuo, ya que se han encontrado ciertas relaciones entre determinadas patologías y las condiciones críticas de habitat del hombre (entiéndase tanto naturales, como de modo de vida al que se encuentre sometido el individuo).

En los lugares donde el nivel de contaminación es suficientemente bajo, la respuesta del organismo se clasifica como de adaptación y protección, lo que va a indicar un estado biológicamente satisfactorio. Pero en los lugares donde la contaminación ambiental es muy elevada, la salud de la población se verá sensiblemente afectada, debido a la incidencia creciente de la incapacidad ante las enfermedades agudas y crónicas, la existencia de epidemias de enfermedades infecciosas, la diseminación de la amenaza del Sida, el aumento de enfermedades teratogénicas, etc.; además los cambios climáticos y las condiciones deteriorantes de las viviendas resultan asociados al desequilibrio de la salud humana.

Uno de los métodos usados para el análisis de los indicadores de contaminación que afectan a la salud del hombre en los territorios, es el de los parámetros integrales, que sirve para su evaluación y selección. Estos parámetros muestran un notable alcance desde el punto de vista de las características médico geográficas, ya que incluyen 9 parámetros, donde se puede analizar el estado del medio ambiente de forma integral.

**Parámetros ambientales:**

- 1) Concentración de emisiones de sustancias nocivas atrapadas en el medio, procedentes de fuentes estacionarias, tales como concentración de nitratos, en el suelo y el agua.
- 2) Concentración Volumétrica total de aguas residuales vertidas al medio; contaminantes.

---

### 3) Contaminación del aire, factores químico -físicos.

- **Parámetros para caracterizar la salud de la población:**

- A) Morbilidad general por 1000 hab. (se recomienda anual).
- B) Incidencia de enfermedades crónicas por 100 000 hab., que en el caso de las transmisibles debe ser de declaración obligatoria.
- C) Incidencia de enfermedades infantiles por cada 100 000 niños.
- D) Número de nacimientos por 1000 hab.
- E) Daños epidémicos como fenómeno social.
- F) Cobertura de salud, para todo el territorio.
- G) Saneamiento ambiental, incluyendo el control de vectores y las obras de Ingeniería Sanitaria.

Factores socio - culturales, incidentes en los niveles de salud, ej: educación, ingresos económicos, tipo de actividad laboral, estado de la vivienda, etc.

Resultan poco estudiados los factores culturales que están incidiendo en los niveles de salud, pero existe la interrogante por parte de los científicos sociales y médicos de cómo mantener y conservar la salud de la población.

Los estilos de vida y la percepción del individuo intervienen de forma directa en la salud del hombre, ya que de esto dependen en buena medida sus hábitos, costumbres, alimentación, higiene, etc.

#### **Factores Epidemiológicos.**

- a) Tasa de morbilidad total, distribuidas por diferentes causas.
- b) Tasa de mortalidad infantil y de adultos de edad temprana.
- c) Tasa de mortalidad por accidentes del tránsito.
- d) Tasa de invalidez y calidad del desarrollo físico.
- e) Número de abortos.
- f) Número de suicidios.
- g) Frecuencia de peritajes médicos.

Es evidente la necesidad de reconocer que la práctica médica es insustituible en el tratamiento de enfermedades, terapias preventivas, cuidados de emergencia, trasplantes de órganos etc. Aunque no debemos dejar a un lado, las terapias de origen natural.

El análisis geográfico de cada territorio, resulta de gran importancia, ya que la ecología de los mismos puede diferir en forma de mayor o menor agresividad ante el organismo humano. Los factores químico - físicos presentes en él y los impactos producidos en el ambiente, pueden ocasionar daños genéticos en determinados grupos de población, al actuar en las células y originar en ellas mutaciones genéticas inconvenientes. Esto traerá como consecuencia la desestabilización y disminución del sistema inmune y a su vez afecta la resistencia del



organismo, lo que le hace más susceptible al espectro amplio de peligros de contraer enfermedades infecciosas, como por ejemplo la tuberculosis; y además se transmite a generaciones sucesivas.

### **Cobertura de salud.**

Es importante, al evaluar un territorio desde el punto de vista de la salud, realizar un inventario de todas las unidades médicas asistenciales existentes, el tipo de servicio que prestan por especialidades, las distancias y acceso de estos a los asentamientos humanos, ya que así se hace posible la atención médica de forma más rápida y tendrá como resultado una mayor calidad de vida de la población.

La contaminación química del suelo por las actividades agrícolas, domésticas e industriales está yendo en aumento a nivel mundial. El suelo descompone muchos productos químicos, además, existen los problemas de lixiviación y arrastre de sustancias solubles o productos que son utilizados en la agricultura; el uso indiscriminado de esas sustancias afecta las aguas tanto superficiales como subterráneas; muchos de ellos son tóxicos y pueden llegar al hombre a través del agua y los alimentos, poniendo en peligro su salud.

Alternativas tales como la homeopatía, la acupuntura y la hipnosis, procedentes de la medicina tradicional, se presentan como una solución viable.

En este sentido existen otros factores que les son importantes a la salud de las personas, como la adquisición del sentido que cada persona tiene, instruida acerca de la salud, a través de patrones culturales, realización personal, estados de conciencia, grupos de referencia, tradiciones y costumbres etc.

En general los niveles de salud resultan reflejados en las estadísticas registradas por los controles llevados en los municipios, provincias y a nivel nacional del sector de la salud pública. Además a través de la asistencia social, es reflejado el nivel de los recursos humanos, físicos, institucionales y hospitalarios.

#### IV.17. LA UNIDAD PARA EL ANÁLISIS AMBIENTAL

MSc. María del Carmen Martínez Hernández, Lic. Miriam I. Arcia Rodríguez\*, Lic. Jorge A. Luis Machín, Dr. Jorge L. Díaz Díaz, MSc. Angel Priego Santander\*\* y Dr. Alfredo Cabrera Hernández\*\*\*.

Instituto de Geografía Tropical, \* Centro de Gestión e Inspección Ambiental, \*\* Instituto de Ecología y Sistemática y \*\*\* Unidad Ambiental Matanzas. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Las acciones realizadas por el hombre sobre la naturaleza durante el presente siglo han llevado a desmesuradas transformaciones de algunos de sus componentes y de las unidades holísticas que ellos conforman, incrementándose su diferenciación. Así, el desarrollo del conocimiento científico en esta materia se ha visto impulsado a la definición de nuevos métodos, enfoques y conceptos. En este contexto han surgido o evolucionado términos tales como: ecosistema, paisaje, medio ambiente, tecnoantropocenos, geosistemas, complejo territorial-natural, geocología, impacto ambiental y otros. Con sus aciertos y desaciertos, ventajas y desventajas, ninguno de los enfoques ha satisfecho totalmente las expectativas de la comunidad científica internacional en cuanto a la definición de una unidad para el análisis ambiental. Unos, por ser de corte eminentemente estructuralista, abordan el medio ambiente a partir de los elementos naturales y sólo en ocasiones toman en cuenta la interacción con la sociedad; otros consideran las múltiples interacciones que se establecen en el medio natural desde un punto de vista biocéntrico, los terceros se basan en la interrelación entre la naturaleza y la sociedad con énfasis en la componente antrópica. Según el caso estas corrientes son eficaces para las unidades naturales y seminaturales, o para las antropizadas respectivamente.

De ahí surge entonces el problema científico: establecer una unidad de análisis acorde con la situación ambiental y la influencia humana actuales y a la vez útil para evaluar ambas.

El presente artículo constituye los primeros pasos emprendidos hacia la integración o compatibilización de las principales unidades de estudio empleadas en los análisis ambientales. Se enmarca en el proyecto "Teoría y Métodos para el Análisis Ambiental" del programa ramal "Protección del medio ambiente y desarrollo sostenible" de la Agencia de Medio Ambiente.

Una de las definiciones fundamentales para el estudio del medio ambiente es la de unidad de análisis ambiental, que a su vez debe tener una expresión espacial y cartográfica a partir de la cual pueda establecerse un conjunto de acciones encaminadas a tomar decisiones relativas a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente.

Así de esta forma se pretende, a partir de los diferentes enfoques de análisis ambiental que existen en el país, proponer una unidad de síntesis que reúna los aspectos positivos de las utilizadas anteriormente y que facilite la aplicación de una adecuada estrategia en cuanto a la ordenación ambiental.

- **Ciencias bases para el análisis ambiental y sus enfoques actuales**

En el contexto del análisis ambiental muchas ciencias realizan un aporte importante en cuanto métodos, enfoques, esferas del conocimiento y otros. Entre ellas la geografía.

Esta ciencia o sistema de ciencias, según cada autor, ha tenido diferentes definiciones con el decursar del tiempo, su objeto también ha variado a partir de su evolución y diferenciación

desde sus inicios de carácter fenomenológico y perceptuales hasta la visión multifacética y esencial actual. Así, la geografía llegó a ser una ciencia de la localización y distribución en el espacio de fenómenos naturales y socioeconómicos en distintos segmentos y en los últimos ha transitado hacia una ciencia para el estudio de las interrelaciones en y entre la Naturaleza y la Sociedad. Sus características principales son: complejidad, humanización, aplicación, síntesis y carácter espacial.

Entre los geógrafos cubanos Mateo (1984) opina que el objeto de estudio de las ciencias geográficas es la envoltura geográfica es decir, "el geosistema o complejo natural de rango superior que exista en el globo terráqueo o la formación geográfica más grande y complicada del planeta Tierra". Este objeto no solo es inherente a esta ciencia sino que es compartido con otras, como la ecología.

Hace más de un siglo apareció la dicotomía de la geografía: geografía física y geografía económica, social o humana y dentro de ellas una serie de disciplinas dedicadas al "conocimiento de pequeñas parcelas del conocimiento geográfico con una excesiva especialización" (Jardí, 1990). En años más recientes una de las principales ramas la Geografía Física también ha sido reformulada en términos de dejar de ser un conjunto de disciplinas para desarrollarse hasta constituir una ciencia individual con su objeto y métodos particulares como la geomorfología, la hidrología, etc. Esta nueva ciencia ha sido denominada, entre otras formas, como Geografía del Paisaje, la más conocida pero a la vez un tanto redundante.

### **Ecología**

El término ecología es mencionado por primera vez en 1866, por Ernst Haeckel como ciencia de la economía, del modo de vida, de las relaciones vitales externas de los organismos.

En 1935, fue creado el término ecosistema por Tansley para actualizar los intentos de conceptualización de complejos ambientales y en 1971 Odum lo retoma como esencial, dándole una formulación científica a la palabra naturaleza.

Mediante la ecología se ha percibido y caracterizado la problemática ambiental desde antes de la década del 60; se publican libros y artículos basados en investigaciones ecológicas que advertían sobre la degradación de la naturaleza y los riesgos del manejo irracional de los recursos naturales y la amenaza de la contaminación, enfatizando en las medidas de conservación (Gallopín, 1986).

En 1968, el biólogo L.von Bertalamffy desarrolló la teoría general de sistemas, que más tarde dio lugar a la ecología de sistemas.

En la década de los setenta la Ecología trató de ampliar el concepto de ecosistema acercándolo al de geosistema, intentando semejarlo al enfoque geográfico y llevando al término de Biosfera hasta su homologación con el de envoltura geográfica, haciendo énfasis en el estudio de la interrelación de los ecosistemas". (Luis Machín, J.L. et al, 1996).

Ramón Margalef (1974) define la Ecología como el estudio de las relaciones de un organismo con su ambiente inorgánico u orgánico, en particular el estudio de las relaciones de tipo positivo o "amistoso" y de tipo negativo (enemigos) con las plantas y animales con los que convive. El propio autor plantea que es la biología de los ecosistemas.

La Ecología tuvo como limitante desde el punto de vista ambiental, que en un principio era un concepto eminentemente biológico, situando a los seres vivos como protagonistas esenciales y analizando la parte abiótica y a algunos de los elementos socioeconómicos, de forma secundaria. De ahí la necesidad de la Ecología de ampliar sus horizontes hasta el nivel que precisamente le permitiría armonizar con las ciencias geográficas.

El estudio de los procesos de interacción Sociedad - Naturaleza y de los problemas que estos crean, es imposible sin incursionar en la ciencia ecológica, pero al mismo tiempo es inabordable apoyándose solamente en ella. De hecho, el proceso de fusión entre estas dos ciencias se ha venido materializando desde la década del 60; dando como resultado el surgimiento del enfoque geocológico o ecólogo-paisajístico (Hasse, 1986).

La ecología se ha desarrollado al revés de otras ciencias, por lo general las disciplinas van a la especialización, por el contrario la ecología ha ido combinando conocimientos y métodos que en su origen pertenecían a diferentes ramas científicas, para formar con ellos un cuerpo.

Sin embargo, según Gallopín (1986) ha quedado claro que el concepto de medio ambiente es mucho más amplio de lo que cubre la ecología biológica.

"La ecología general evolucionó del estudio de las relaciones entre cosas (organismos, factores físico - químicos, etc.), al estudio de un conjunto de relaciones entre los hombres y las cosas ("el hombre en la biosfera" (Gallopín, 1986).

La problemática ambiental por su alcance, juicios de valor que lleva a incluir elementos subjetivos y los componentes normativos que marcan los límites de lo que se considera problemático o no, rebasa el objeto de estudio de la ecología, o sea ésta estudia una parte de lo ambiental.

En Cuba, se han aplicado y desarrollado a partir de la Ecología y de su relación con las ciencias geográficas, diferentes experiencias internacionales, las siguientes disciplinas: la Geografía de los Paisajes, la Geoecología, la Geografía del Medio Ambiente. Todas estas ramas abordan con sus aciertos y desaciertos los estudios medioambientales.

### **Geografía del paisaje**

El desarrollo teórico de la Geografía de los Paisajes como ciencia fue realizado en la Rusia Zarista y posteriormente en la Soviética por los seguidores de Dokuchaev, y en particular por los científicos rusos L.S. Berg, P.I. Abolin, A.A. Borzov, G. N. Visotski, G.F. Morozov y S.S. Neutreiev.

El concepto de paisaje es uno de los términos más ampliamente usados en Geografía, se introdujo en la literatura geográfica en 1805 por A. Hommeyerem. Las escuelas geográficas antropocentristas, geopolíticas o metafísicas aceptaban la noción de paisaje como un todo sintético en el que se combinan la naturaleza, la sociedad, la economía, la cultura, y la religión (J. Mateo, 1984).

En los años 70 comienza a predominar el problema dinámico funcional en el estudio de los paisajes y paralelamente a esto comienzan a geografizarse los términos ecológicos, a partir de que en 1970, Toll (de la escuela alemana) plantea la Geografía como Ecología de los Paisajes; de manera que en los años 80 se inicia un proceso de integración de los enfoques geográficos con los ecológicos, incluido dentro de los primeros el paisajístico que en 1982 se concreta con la

creación de la Asociación Internacional de Ecología de los Paisajes para el desarrollo de métodos y concepciones de la Ecología de los Paisajes. Algunos antecedentes de estas escuelas de Ecología del Paisaje de Europa fueron Ruzicka, 1982 ; Ruzicka, et al, 1983; Naveh y Lieberman, 1984 ; Hasse, 1986 ; Golley, 1993, entre otros.

### **Geoecología**

La concepción geoecológica original del paisaje se debe a Carl Troll quién incorporó las nociones ecológicas de avanzada a la visión geográfica y habló de Ecología del Paisaje, que más tarde redefinió como Geoecología. Otros destacados científicos de esta escuela paisajística alemana son J. Schmithüsen, O. Schlter, E. Neef, G. Haase y H. Richter. Todos ellos contribuyeron al desarrollo de las ideas acerca de la interrelación hombre-naturaleza y sentaron las bases para la moderna acepción ecológico-humana de los paisajes.

Paralelamente, con el desarrollo teórico de la Geoecología de los Paisajes, se ha conformado una concepción metodológica que se compone, por lo menos, de seis fases, cada una de las cuales se distingue por su propio contenido de tareas, instrumentos, diseño técnico, métodos concretos y resultados parciales específicos (Mateo, 1991; Bolós, et al 1992).

La geoecología de los paisajes pretende facilitar el paso de los enfoques parciales a la visión sistémica. Este enfoque permite abordar de una manera adecuada y objetiva los problemas referentes a la génesis, la diferenciación espacio-temporal, las estructuras vectorial, vertical y horizontal, el funcionamiento geoecológico y la dinámica-evolutiva de los pequeños sistemas de referencia en cuyo contexto histórico, técnico-económico y sociocultural interactúan los componentes y factores naturales y humanos.

En el enfoque geosistémico se ve a la geoecología teniendo en cuenta las condiciones de estabilidad ecológica, la modalidad e intensidad del impacto de la sociedad en la naturaleza, su vulnerabilidad ante el estrés ecológico y los requerimientos de sustancias y energías que es necesario suministrar artificialmente para mantener el funcionamiento de los geosistemas objeto de evaluación. Se deben distinguir dos categorías básicas de territorios como premisa de la evaluación geoecológica: territorios cuyas condiciones naturales y socioeconómicas no imponen patrones rígidos de utilización socioeconómica y territorios con utilización unívocamente condicionada, ya sea por factores naturales o socioeconómicos.(González, L.M. y Luis, J.A., 1994)

### **Estudios ambientales de montañas**

La síntesis geográfica, como posibilidad cognoscitiva, persigue el propósito de jerarquizar territorialmente los problemas que deben ser resueltos, sin sustituir todo el caudal informativo y de conocimientos detallados en el estudio de cada uno de los elementos y fenómenos. La misma resulta de utilidad debido a la necesidad de que en la planificación del desarrollo de Cuba, se determinen cuales son las unidades espaciales menores que permitan una gestión coherente de las diferentes acciones (ya que por debajo del nivel municipal son utilizadas unidades espaciales distintas para cada sector o rama de la economía). (Martínez , J, 1996)

Una cuestión importante para el análisis del medio ambiente es la identificación de los elementos y fenómenos que se deben considerar (Martínez, J, 1996), éstos según su esencia son:

- **naturales:** incluye los componentes geológico - geomorfológicos, hidro - climáticos y edafo - biógenos.
- **naturales, vistos en su dimensión de recursos:** aptitud del relieve para la actividad económica, potencialidad de la cubierta vegetal como recurso natural, recursos hídricos, potencialidad de los suelos, recursos minerales, recursos para el turismo y la recreación, o sea, los potenciales naturales para las actividades socioeconómicas.
- **naturales socioeconómicos,** vistos como los procesos y condiciones naturales afectadas por las actividades socio – económicas o que pueden afectar a éstas, por ejemplo: riesgo de erosión, condiciones de salud ambiental de la población, estado de conservación de la cubierta vegetal, contaminación de las aguas y el aire, etc.
- **socioeconómicos:** uso y estructura de tenencia de la tierra ; organización territorial de la industria, estructura territorial de los sistemas de asentamiento poblacional, transporte y comunicaciones, nivel de asimilación económica, distribución territorial de la población, salud de la población, movilidad de la población, organización de los servicios, división político - administrativa.

### **Geografía del medio ambiente**

La geografía del medio ambiente, puede homologarse a la geoecología ambiental o ecogeografía ambiental; parte de sus antecedentes se encuentran en las escuelas de Ecología del Paisaje de Europa (Naveh y Lieberman, 1984 ; Hasse, 1986 ; Ruzicka, 1982 ; Ruzicka, et al, 1983, Golley, 1993).

Actualmente se reconoce como medio ambiente la resultante de las formas de organización social que se adopte para utilizar la naturaleza, a través de las tecnologías que se adopten y la sostenibilidad de este proceso de desarrollo. No sólo es la relación o interrelación entre el hombre y la naturaleza, si no además hay que hablar de conexión o articulación.(Avella, A., 1994)

La Geografía del Medio Ambiente en Cuba, tuvo como uno de sus antecedentes, el trabajo desarrollado por el Instituto Geográfico de la Academia de Ciencia Checa en Brno, con procedimientos metodológicos para la diferenciación de paisajes según una concepción geobiocenológica (Bucek y Lacina, 1979, 1983; Löw et al. 1986; Bucek, Quitt, Ungerman, Lacina, Vaishar y Zapletalova, 1985-89); aunque se incluyen valoraciones propias de otras escuelas geográficas como las de la URSS, Francia, etc., que posteriormente fueron adaptadas al caso de Cuba por el Grupo de Medio Ambiente del Instituto de Geografía, actualmente Departamento de Medio Ambiente e Instituto de Geografía Tropical respectivamente, que pertenece al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba.

En la realización de la sección de Medio Ambiente del Nuevo Atlas Nacional de Cuba desarrollada por Laura González y colaboradores, se introduce el enfoque geosistémico para el estudio y manejo óptimo de los tipos de medio ambiente, de acuerdo con sus potencialidades naturales. Se destaca la solución práctica de los problemas ambientales a partir de la evaluación de las condiciones naturales, lo cual permite llegar a conclusiones sobre el funcionamiento de los territorios y proponer soluciones concretas para llegar o aproximarse a su utilización óptima.

Con la introducción de la actividad evaluativa se amplía considerablemente el espectro de las investigaciones medioambientales ya que anteriormente estas se reducían a estudiar o prevenir problemas particulares de determinados elementos, y a explicar la necesidad de la protección de la naturaleza.

La Geografía del Medio Ambiente se puede definir como la rama de las ciencias geográficas que estudia la evolución, estructura, dinámica y estado actual del medio ambiente, con un enfoque sistémico que tiene en cuenta las interrelaciones **y conexiones (articulaciones?)** que se establecen entre los elementos naturales y socioeconómicos, integrándolos con una expresión espacial, con el objetivo de determinar el potencial natural para la formulación de propuestas de manejo ecológico económico dirigidas hacia una ordenación ambiental sostenible.

El estado actual del medio ambiente es la resultante de la forma, magnitud, intensidad y duración de la interrelación sociedad - naturaleza que se manifiesta a través de los impactos ambientales, tomándose para su evaluación espacial las unidades ambientales, a partir de la síntesis natural y socioeconómica.

La actividad humana propicia el incremento de la heterogeneidad inherente de los sistemas naturales, esto hace que se vaya del campo de la ecología y la geografía puras al estudio del espacio terrestre transformado, ya que este espacio sigue leyes diferentes al ser modificado. El poder transformador del hombre no tiene igual en el mundo biótico por ninguna otra especie.

La diversidad ecológica es la base de los mecanismos de autorregulación y la intensificación de la transformación de la naturaleza por las actividades socioeconómicas traen consigo la pérdida de estos mecanismos.

Dentro de los sistemas naturales y artificiales existe intercambio de sustancia y energía que permiten el funcionamiento de los mecanismos autorreguladores.

Ambos sistemas obedecen o responden a determinadas funciones. En el caso de los naturales determinado por diferentes parámetros tales como la pendiente, el suelo, la humedad, la flora, la fauna, etc. y en el caso de los antrópicos de acuerdo con las actividades socioeconómicas que se desarrollen.

La tendencia del uso de la teoría sistémica en las investigaciones del medio ambiente se manifiesta cada vez más en el estudio de los elementos más heterogéneos en composición y complejidad de organización. Los tipos de medio ambiente según el enfoque medioambiental dependen fundamentalmente de dos factores: uno, la estructura, composición y condiciones naturales y el otro, los requerimientos de la sociedad que le asignan una función a cada territorio. Cada función artificial refleja la necesidad de satisfacer los requerimientos de la sociedad en determinado espacio y tiempo, mientras que la función natural refleja tendencia a la estabilidad natural. Hay cadenas de funciones de mutua complementación y alternativas.

El estudio del medio ambiente siempre debe relacionarse con la expresión espacial de los fenómenos, la cual se manifiesta en la integración de los tres subsistemas (Naturaleza, Economía y Población). Como resultado de esta integración, se definen en el espacio geográfico, distintas unidades ambientales.

A partir de diferentes definiciones de medio ambiente, se elaboró la siguiente: El medio ambiente es el resultado de las relaciones que se establecen entre la sociedad y la naturaleza

producto de la actividad del hombre en la creación de bienes materiales, para la satisfacción de sus necesidades; y se le considera como un sistema abierto de formación histórica, flexible en sus límites y con expresión espacial. Este sistema está integrado por tres subsistemas: el natural (substrato geológico, relieve, suelo, agua, aire, biota), el económico (agricultura, manejo del agua, transporte, industria, recreación, asentamientos) y el social (población, cultura, leyes, estrategias, salud).

Este concepto propicia el marco teórico adecuado para el análisis ambiental, pues estudia y caracteriza al medio ambiente teniendo en cuenta los procesos de interrelación e intercambio que se producen entre los diferentes subsistemas.

- **Enfoques actuales para el análisis ambiental. Modos de abordar la unidad de síntesis ambiental.**

Los estudios ambientales vienen realizándose con diferentes enfoques a nivel internacional, a partir de las ciencias geográficas y ecológicas fundamentalmente. Algunos de los enfoques más importantes desarrollados en la investigación geográfica y del medio ambiente son: el ecológico, el paisajístico y el geosistémico.

El enfoque ecosistémico, a nuestro entender de una significativa rigurosidad científica y de un vertiginoso desarrollo al frente de numerosos estudios ambientales, ha adolecido sin embargo de una expresión espacial adecuada, que se adapte a los requerimientos de la problemática ambiental y por otro lado su nivel de especialización biológica ha sobredimensionado en ocasiones la componente biótica del medio ambiente, que si bien no deja de ser determinante, no puede prescindir de otros elementos abióticos y socioeconómicos insuficientemente abordados.

El enfoque paisajístico es de corte eminentemente estructuralista, aborda la composición del medio ambiente comenzando por los elementos naturales y en menor medida toma en cuenta la interacción con la sociedad, a partir de las transformaciones que esta genera.

El enfoque geosistémico surge a partir de las conexiones entre la ciencia geográfica y el enfoque sistémico, principalmente por las escuelas soviética y alemana. Con la noción de dimensionalidad del geosistema se logró un salto cualitativo importante en la ciencia geográfica al abrir la posibilidad de modelación de la dinámica y la variabilidad de estructuras del medio ambiente.

El geosistema se consolida como una unidad ambiental definida en primer lugar por el uso y función del territorio, con significativo peso de los componentes socioeconómicos y en segundo lugar los elementos naturales. Creado por Sochava, el término comprende todo un sistema de relaciones geográficas, en su formulación semejante al ecosistema, pero al que en su evolución posterior se le asigna un mayor peso respecto a los componentes abióticos y socioeconómicos. Es característico en este caso el uso del método sistémico, que garantiza una visión integral y multidisciplinaria del medio ambiente.

- **Resultados de la aplicación de los diferentes enfoques en Cuba**

Las teorías de análisis geográfico ambiental comienzan a desarrollarse en Cuba a partir de la pasada década, impulsadas por la necesidad de armonizar la acelerada transformación del medio natural y la conservación de su capacidad productiva, y con una concepción eminentemente sistémica. Aunque antes de esta etapa se hacían estudios ambientales parciales dirigidos a determinados problemas ambientales y no de forma integral.



Entre 1982 y 1985 se realiza la sección de medio ambiente del Nuevo Atlas Nacional de Cuba, en la que se enuncia el medio ambiente como un sistema en formación histórica, producto de las interacciones entre los elementos naturales y socioeconómicos que lo integran (González, L. et al, 1989).

Bajo el enfoque geosistémico, en el departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía de Cuba, se realizaron numerosas propuestas de manejo optimizado del medio natural a diferentes escalas de trabajo en algunas provincias y ciudades del territorio nacional, las cuales se ofrecieron como recomendaciones a las autoridades locales con poder de decisión al respecto.

Se buscó un acercamiento con la teoría de los paisajes, obteniéndose algunos resultados en este sentido aplicados en un estudio realizado en el modelo regional Los Palacios.

Como prolongación de este enfoque se puede citar la labor del CNCRM en el ámbito de la conservación de los componentes del patrimonio natural y cultural de la nación; aplicándolo metodologicamente al trabajo de varios museos regionales a escalas detalladas y del Sistema de Información Geográfica automatizado "SIGMAbana" .

En tanto la teoría de paisaje fue desarrollada por la Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana, con asesoría soviética y contó con numerosas aplicaciones en el ordenamiento territorial a nivel local, provincial e internacional, así como ha sido extendida a muchas instituciones a través de cursos de pre y postgrado, publicaciones, maestrías y doctorados.

La teoría ecosistémica ha sido trabajada por el Instituto de Ecología y Sistemática buscando una integración con el enfoque paisajístico para el estudio y protección de la parte biótica del medio ambiente, con aplicaciones a distintas escalas en todo el territorio nacional. A tal enfoque se le ha denominado Geoecológico o Geoecología de los paisajes.

Para que esta conexión pueda realizarse es necesario desarrollar un marco conceptual transdisciplinario que aborde los problemas ambientales y que integre los aportes positivos de los distintos enfoques existentes pertenecientes a diferentes disciplinas de otras ciencias.

- **Unidad funcional ambiental**

Como resultado del análisis de los tres enfoques que se han aplicado y desarrollado en Cuba, le llamaremos a la unidad de síntesis para el análisis ambiental: unidad funcional ambiental; confiriéndole dos características fundamentales :

1. Límites espaciales flexibles que se definen por la función o uso resultante de las interrelaciones e interacciones que se producen entre la naturaleza, la economía y la sociedad, coincidiendo con los límites de las unidades naturales en algunos casos y en otros, con límites determinados por la función del territorio.
2. Las funciones asignadas a los territorios poseen carácter temporal, dependen de la dinámica del desarrollo histórico, constituyendo sistemas geoecológicos o geosocioeconómicos según el caso.

O sea, cuando la unidad funcional ambiental tenga carácter predominantemente natural o seminatural, su análisis se caracterizará por indicadores ecológico – paisajísticos, mientras que cuando tenga un carácter antrópico se caracterizará por indicadores geosistémicos.

Las unidades funcionales ambientales como producto de las interrelaciones e interacciones entre la naturaleza, economía y población, dependen para su funcionamiento, de los requerimientos de sustancia y energía y pueden clasificarse según el origen del suministrador (hombre o naturaleza), desde los que necesitan mayores requerimientos, que son los antrópicos, hasta los de requerimiento nulo o casi nulo, que son los naturales o seminaturales.

En esta unidad existe una interrelación entre el potencial ecológico, la explotación biológica y la acción antrópica. Su estado es clímax cuando existe un equilibrio entre el potencial ecológico y la explotación de los recursos, lo cual sólo ocurre bajo una adecuada acción antrópica sobre la naturaleza, en este caso la unidad está en biostasia, lo cual constituye una condición básica del desarrollo sostenible, pero si se rompe el equilibrio entonces la unidad pasa a diferentes estadios de resistasia. (Bertrand, 1988)

Dentro de las unidades ambientales determinadas por la influencia del hombre se dan los impactos por la obtención o introducción de sustancias y energía de y en la naturaleza, transformación de estas sustancias y energía y los cambios que provocan en los procesos naturales.

Los cambios en la naturaleza pueden ser de carácter primario y secundario: los primarios se dan en los recursos y en el balance de sustancia - energía, en la composición física, química y biológica y en el estado de la sustancia y la energía, en la dinámica y régimen de los procesos naturales ; y los secundarios son desencadenados por reacciones en cadena que escapan a la previsión del impacto, ya que pueden repercutir en otros componentes naturales o en todo el sistema natural. Las consecuencias se aprecian en la esfera económica y social.

Los impactos pueden ser favorables o desfavorables; se analizan los efectos vistos como producto de los cambios ocurridos en la naturaleza a partir de las transformaciones de la sustancia, la energía y organismos, y la estabilidad geoecológica comprendida como la capacidad del sistema (natural, seminatural o antrópico) de mantener su estructura y el funcionamiento mediante sus mecanismos de autorregulación ante cualquier impacto ambiental.

Atendiendo a los requerimientos de sustancia y energía se relacionan los tipos de unidades funcionales ambientales desde los que necesitan mayor requerimiento, que son los antrópicos, hasta en los que su requerimiento es nulo o casi nulo, que son los naturales o seminaturales.

Como fundamento natural de las unidades funcionales ambientales están las unidades geoecológicas. Una unidad geoecológica se caracteriza por difundirse en un mismo fundamento litológico que generalmente, se presenta en una misma superficie del microrelieve genética y dinámicamente homogénea, para la cual son común las propiedades morfométricas del relieve (mismo rango de inclinación de la pendiente y de disección) y la dinámica actual (tipo e intensidad de los procesos geomorfológicos). En sus límites, es característico el mismo tipo de condiciones hidroclimáticas, que se manifiesta en un mismo grado de humedecimiento del paisaje y posee similar comportamiento de las propiedades morfogenéticas del suelo. Es decir, que a cada superficie con tales características, le es propio un mismo tipo y grado de tensión abiótica, el cual se manifiesta en distintos estadios temporales, según la ritmicidad y dinámica de los procesos abióticos del paisaje. En tales condiciones, los biocomponentes adoptan diversas estrategias funcionales para adaptarse al medio, que se manifiestan a través de su

funcionamiento ecológico. Estas estrategias se expresan en la estructura y altura de la vegetación, composición florística, área foliar, esclerofilia, velocidad de descomposición de la necromasa, etc. Del mismo modo, a cada unidad funcional le son propios una particular composición y organización de las comunidades de fauna. (Herrera et al, 1990)

La unidad geosocioeconómica es la expresión espacial integrada de los subsistemas económico y social. Una unidad geosocioeconómica se delimita por la función socioeconómica que es la razón de ser de un tipo de utilización; que pueden ser los asentamientos, las actividades agrícolas (forestal, pecuaria, etc.), industriales, recreativas, etc. o las combinaciones de ellas. En lo anterior tiene un importante papel el uso del suelo de cada unidad geocológica.

En esta unidad existe una interrelación entre el potencial ecológico, la explotación biológica y la acción antrópica. Su estado es clímax cuando existe un equilibrio entre el potencial ecológico y la explotación de los recursos, lo cual sólo ocurre bajo una adecuada acción antrópica sobre la naturaleza, en este caso la unidad está en biostasia, lo cual constituye una condición básica del desarrollo sostenible, pero si se rompe el equilibrio entonces la unidad pasa a diferentes estadios de resistasia. (Bertrand, 1988)

Dentro de las unidades ambientales determinadas por la influencia del hombre se dan los impactos por la obtención o introducción de sustancias y energía de y en la naturaleza, transformación de estas sustancias y energía y los cambios que provocan en los procesos naturales. Los cambios en la naturaleza pueden ser de carácter primario y secundario: los primarios se dan en los recursos y en el balance de sustancia - energía, en la composición física, química y biológica y en el estado de la sustancia y la energía, en la dinámica y régimen de los procesos naturales; y los secundarios desencadenados por reacciones en cadena que escapan a la previsión del impacto, ya que pueden repercutir en otros componentes naturales o en todo el sistema natural. Las consecuencias se aprecian en la esfera económica y social.

La taxonomía de las funciones del territorio se establece de acuerdo con la intensidad y tipo de influencias que se ejercen en el territorio según la modalidad de interrelación dado entre la sociedad y la naturaleza.

El primer nivel, la clase, tiene como indicador la presencia de la actividad del hombre por lo que se dividen en territorios con **función natural y seminatural** (el equilibrio es espontáneo y está gobernado por el funcionamiento de la cadena alimentaria a través de la pirámide trófica y otros mecanismos de supervivencia biológica como corías, hibridación, apareamiento, etc asociados al principio de a mayor biodiversidad mayor "salud ecológica") y territorios con **función antrópica** (el equilibrio natural del sistema tuvo que ser sustituido por mecanismos de autocontrol artificiales, "sustitutivos": pesticidas, fertilizantes, hospitales, comisarias, fronteras, leyes de tránsito, regulaciones urbanas, constituciones, revoluciones, etc.).

O sea, la diferencia existente en el equilibrio de los sistemas naturales y seminaturales con respecto al equilibrio de los sistemas antrópicos está dada en la condición espontánea o artificial de los mecanismos de su regulación.

Después de la clase, se dividen en grupos de acuerdo a la influencia principal del uso antrópico o de la ubicación geográfica según sea la clase a la que pertenezcan.

Dentro de los antrópicos se distinguen 3 grupos: tecnógenos, agrarios y forestales (plantaciones)

En los naturales y seminaturales se distinguen según su ubicación geográfica o génesis : terrestres, transicionales y marinos.

Los grupos se pueden subdividir en subgrupos:

En el grupo **tecnógeno** se diferencian los industriales, los portuarios, los asentamientos poblacionales, los recreativos, los viales y los hidráulicos.

En los **agrarios** se diferencian : pecuarios, cultivos especializados (tabaco), cultivos de arroz, cultivos menores, áreas vinculadas a la actividad pecuaria (pastos naturales, naves de ordeño y alimentación, etc.) , arboleda artificial (frutales), café, etc.

En los **forestales** están las plantaciones y bosques con manejo.

Los naturales y seminaturales se clasifican de acuerdo con los factores geográfico determinante para su vegetación en: litoedáficos, relieve, zonales e hídricos (dulce y salada), litorales, neríticos y abisales.

**Litoedáficos** : Están condicionados por el tipo de suelo y por lo tanto de substrato geológico, como ejemplo están: pinar, encinar, cuabal, etc.

**hídrico** : bosque estacionalmente inundado, vegetación riparia, vegetación acuática, ciénaga, etc.

**transicional** : vegetación secundaria en recuperación

**litoral**: manglar, costa arenosa y costa rocosa

La intensidad de la influencia de la sociedad en la naturaleza puede ser determinada a partir del grado de naturalidad de la vegetación actual. El grado de naturalidad de la vegetación sinantrópica en el paisaje cultural se determina de acuerdo con los cambios que presenta respecto a la vegetación original del territorio en cuanto a estructura, nivel de organización y composición y combinación de especies.

En cuanto a condiciones de estabilidad geocológica se define esta como la perseverancia del sistema geocológico como un todo en un estado dado con capacidad de regresar al estadio inicial después de haber estado sometido al impacto del medio ambiente externo. Sin embargo, en la teoría de la estabilidad de los sistemas complejos vivientes no se cuenta con una formulación satisfactoria de la estabilidad geocológica.

Al crear sistemas artificiales, pierden su diversidad que es uno de los atributos más importantes de un ecosistema, por lo que éste disminuye su resiliencia, esto le impide absorber las perturbaciones, sean naturales o antrópicas. (CEPAL, 1992)

La resistencia es un tipo dinámico de estabilidad y significa que el territorio sometido a factores perturbadores externos no sufre cambios sustanciales o irreversibles y es capaz de retornar al estado inicial.

La diferenciación espacial y funcional del territorio desde el punto de vista de la optimización ecológica parte de la consideración del paisaje como un recurso integral que demanda un manejo racional que contemple los aspectos naturales y socioeconómicos del funcionamiento de este complejo sistema. La optimización espacial presupone la creación de una estructura territorial adecuada de las unidades ambientales que condicionen la estabilidad geocológica del

paisaje. El nivel de estabilidad geoecológica está dado por la cantidad de energía y sustancias suplementarias necesarias para el mantenimiento o ayuda de los mecanismos autorreguladores de la unidad ambiental.

Las condiciones de estabilidad geoecológica dependen directamente de la existencia y diversidad de la biota, y del mantenimiento de los procesos y fenómenos naturales y se evalúa desde muy baja para las unidades ambientales tecnógenas hasta muy alta para las seminaturales y naturales. Se define como unidad ambiental estable desde el punto de vista funcional, aquél en el cual está constantemente garantizada la posibilidad de realizar las funciones requeridas por la sociedad tanto desde el punto de vista productivo como extraproductivo y en el cual, por consiguiente, no se produce un quebrantamiento o deterioro irreversible del potencial funcional del paisaje debido a la influencia de la actividad socioeconómica del hombre. La más alta estabilidad geoecológica se encuentra en las unidades ambientales más próximas a las condiciones naturales, establecidas por la estructura, composición y condiciones naturales armoniosas y con un alto grado de diversidad de especies y riqueza de las formas de vida, ya que la diversidad biótica y ecológica es la base de los mecanismos de autorregulación, por lo que se produce su función natural de forma estable.

Se evalúan también las unidades funcionales ambientales de acuerdo con su vulnerabilidad ante factores de estrés ecológico de carácter antrópico por la intensidad del impacto de la sociedad en la naturaleza y los requerimientos de sustancias y energía que es necesario suministrar artificialmente para su funcionamiento.

Por otra parte se complementa el diagnóstico del estado del medio ambiente con la identificación de las fuentes y factores de estrés en el territorio. Un paso superior de estudio es la evaluación geoecológica del territorio mediante la determinación de la carga ecológica, o sea, evaluando si las condiciones naturales pueden soportar el uso actual que se le da, esto nos llevaría a hacer propuestas para obtener un uso realmente racional, para ello es necesario también la delimitación del Sistema de Estabilidad Ecológica del Paisaje que garantiza la estabilidad ecológica del territorio, a través de una red de segmentos del paisaje que poseen una alta estabilidad ecológica interna y que se conecta mediante biocorredores, dicha red influye positivamente sobre su entorno elevando la estabilidad ecológica y sirviendo de protección al genofondo natural del paisaje.

Con anterioridad se ha realizado la Evaluación Geoecológica a partir de la delimitación de las unidades naturales de respuesta, en el presente artículo y basado en la experiencia práctica del estudio realizado en Los Palacios se incluiría en la delimitación de las unidades funcionales ambientales la síntesis de los elementos naturales y de esta forma, se caracterizarían las unidades a la vez que se evaluaría su aptitud funcional, y a partir de aquí se determinaría su carga ecológica.

Una vez caracterizado y evaluado ambientalmente el territorio, identificados los conflictos y problemas ambientales, las entidades territoriales estarán en condiciones de elaborar sus propuestas de zonificación de uso del territorio desde un punto de vista ecólogo – económico óptimo. Con ello se elaborará un plan de manejo y un programa de actuaciones necesario para el cumplimiento de las alternativas y propuestas territoriales elaboradas y con la redacción de las regulaciones que van a regir la actuación de las diferentes entidades territoriales.

Finalmente, con vistas al monitoreo de la gestión territorial se confecciona un Sistema de indicadores que refleje: **el estado del inventario, los parámetros de la producción territorial y del mantenimiento de las funciones propuestas** así como aquellos vinculados a la calidad de vida que se pretende modificar con la utilización del bien patrimonial.

Los sistemas de indicadores que responden a la búsqueda del desarrollo sostenible generalmente buscan monitorear:

- la integridad de las unidades ambientales
- la salud humana y el bienestar
- la sostenibilidad en la explotación de los recursos

Con este objetivo se emplean:

- indicadores de impactos,
- indicadores de calidad ambiental y
- indicadores de respuesta

Después de definir la base conceptual que utilizaremos para el estudio y análisis del medio ambiente, en cuanto a los subsistemas natural, económico y social, pasaremos a detallar la información base que se necesita en cuanto a los diferentes subsistemas, para posteriormente realizar interrelaciones entre ella:

#### 1- Geología

- litología
- yacimientos minerales (reserva y en explotación)

#### 2- Geomorfología

- Tipos de relieve
- Morfogénesis
- morfoestructura
- .disección vertical
- .disección horizontal
- .pendiente
- .hipsometría
- curvas de nivel
- isobatas
- arrecifes
- plataforma
- Dinámica actual

- Grado de manifestación de los procesos exógenos
- Evaluación de los principales rasgos geomorfológicos que pueden limitar o favorecer el aprovechamiento de un territorio.

### 3- Clima

- Temperatura
- Precipitación
- Humedad atmosférica
- Viento
- Zonificación climática
- Temporadas ciclónicas , frentes fríos, probabilidades de recorridos
- Bioclimatología
- Calidad del aire
- . Ruido
- . Contaminantes
- . Mal olor

### 4- Hidrología

- Ríos, arroyos intermitentes y permanentes, lagos, lagunas, manantiales, fuentes, pozos, cascadas, estuarios, canales y embalses.
- Caudales y máximas avenidas.
- Cuencas superficiales
- Cuencas subterráneas
- . profundidad del manto freático (variaciones)
- . composición litológica del acuífero, espesor
- . porosidad, permeabilidad y coeficiente de almacenamiento
- . características geoquímicas
- . velocidad de flujo
- . zonas de recarga y descarga
- . vulnerabilidad frente a la contaminación
- . alteraciones de la calidad de las aguas
- . balance hídrico
- Calidad del agua
- . Transparencia
- . turbidez

- . color, ph, olor, temperatura, conductividad eléctrica
- . DBO, DQO, sólidos en suspensión, oxígeno disuelto, nitratos, nitrógeno amoniacal, aceites y grasas, detergentes y pesticidas, fósforo orgánico e inorgánico, traza de metales.
- . Índice de calidad del agua

#### 5- Edafología (suelos)

##### -Tipos de suelo

.capas, horizontes edafológicos y características, profundida, porosidad, pedregosidad, infiltración, permeabilidad, erosionabilidad, contenido de materia orgánica, ph, contenido en caliza total y activa, contenido en sales solubles, evaluación de los suelos según tipo, intensidad y número de limitantes para el uso agrícola.

#### 6-Flora y Vegetación

##### -Tipos de vegetación

##### -Endemismos

##### -especies protegidas

##### -inventario florístico

##### -Flora útil

##### -bioindicadores

#### 7-Fauna

##### -Distribución de la fauna

##### -Inventario faunístico

##### -Endemismo

##### -Análisis de fauna

##### . acuática

##### . anfibios y reptiles

##### . aves

##### . mamíferos

##### -Bioindicadores terrestres y acuáticos

##### -Especies con aprovechamiento cinegético

##### -Especies con aprovechamiento piscícola

#### 8- Valores de conservación

-Suelos : rareza, pudieran considerarse los siguientes : turbera, sistemas dunares, suelos salinos naturales, etc. Además el lugar donde se encuentren por ej. En una ladera es muy difícil encontrar suelos evolucionados.



-Agua y curso fluvial : calidad, diversidad de hábitats, naturalidad, longitud, rareza, atractivo, frezaderos (lugar de desove de peces)

-Vegetación : Diversidad , complejidad, naturalidad, singularidad, especies y comunidades críticas, fragilidad-reversibilidad.

-Fauna : Riqueza y diversidad, presencia de especies endémicas, estado de conservación, rareza dentro del área de estudio y fuera, zonas húmedas, cargas puntuales, tamaño de la población afectada, extensión , representatividad, fragmentación, singularidad, fragilidad.

#### 9-Areas protegidas

-Ubicación, superficie

-Motivo de protección

-Categoría de manejo

#### 10- Demografía

-Número de habitantes, densidad de población, evolución de la población, crecimiento vegetativo, movimiento migratorio. Saldo migratorio, estructura de la población, evolución de la tasa de natalidad, estacionalidad de los nacimientos, tasa de masculinidad, fertilidad, mortalidad por edad y sexo, estacionalidad de las defunciones, mortalidad infantil por sexo endógena y exógena, longevidad, esperanza de vida, índice de nupcialidad, edad al matrimonio.

#### 11-Asentamientos

-Vivienda : tipo, año de construcción, tenencia, superficie que ocupa, servicio sanitario, letrina, teléfono, electricidad, alcantarillado, acueducto, pozo, cocina eléctrica, gas, luz brillante, leña

-centros comerciales, almacenes, depósitos, hospitales, areas institucionales, recreativas, servicios comunitarios, cementerios,

recogida y eliminación de residuos sólidos, alcantarillado, suministro de energía eléctrica, servicio telefónico

-superficie de áreas verdes

#### 12-Infraestructura viarias y de transporte

- Carreteras, autovías, autopistas,terraplenes, pedraplenes

- Líneas de ferrocarriles

- Puertos

- Aeropuertos

- Vías fluviales navegables

#### 13- Agricultura

- Uso del suelo

- cultivos permanentes y no permanentes

- mecanización

- Fertilización
- Producciones
- Censo ganadero por especies
- Producción por especies
- 14- Industria
  - Ubicación
  - Vertimientos. Tipos. Areas de afectación
  - Producciones
- 15- Minería
  - Areas de explotación. Tipo
  - Afectaciones
- 16- Turismo
  - Areas de infraestructuras
  - Areas naturales vinculadas
  - Afectaciones
- 17 - Educación
  - Población de más de 10 años por tipo de instrucción
  - instalaciones educacionales
- 18 - Salud
  - Hospitales, centros de especialidades, médicos de familia, centros de salud mental, policlínicos, urgencias, obstreticia, farmacia, estomatología.
- 19- Patrimonio histórico-artístico
  - Cuevas con pictografías
  - sitios históricos
  - Monumentos nacionales y locales
  - sitios naturales

La información descrita anteriormente no agota toda la necesaria para realizar los análisis ambientales posibles. Se trata solamente de un mínimo indispensable para los análisis más generales.

---

**ANÁLISIS DEL PROCESO (ACCIÓN) IMPACTO- CAMBIO (EFECTO) -IMPACTO (CONSECUENCIA).**

MSc. María del Carmen Martínez Hernández

Las interrelaciones entre los subsistemas naturaleza - economía – población crean unidades ambientales diferenciadas, éstas pueden ser naturales y seminaturales o antrópicas, esta interrelación a su vez transforma ese medio y da paso a una nueva unidad ambiental o cambia la calidad de la que existe, según se realicen estas interrelaciones se degradará o no el medio ambiente. Esto ocurre a partir de las actividades que realiza el hombre en su proceso de producción, urbanización y para la recreación, que provocan un cambio en el medio y éste cambio desencadena un impacto de retroalimentación sobre el hombre y su actividad, ya sea positivo o negativo.

La mayoría de las actividades humanas condiciona o propicia al menos el incremento de la heterogeneidad inherente a los complejos naturales y al compararse la misma con la antrópica adquirida puede dimensionarse el grado de transformación del medio natural a causa de las influencias del medio socioeconómico en el medio ambiente. Esta es la base real, objetiva, de la evolución y desarrollo del término **geosistema** desde su primera utilización por Sochava en 1963 hasta la presente con un significado y concepción más amplios acordes con la cada vez mayor profundidad del enfoque sistémico en Geografía.

La Geografía concebida hoy en día como ciencia que trata de la relación del sistema de la sociedad humana en el espacio y en el tiempo (Bucek, 1983) permite plantear al geosistema como unidad espacio-temporal básica donde se producen los complejos mecanismos de interacción del proceso impacto-cambio-consecuencia dentro del sistema del medio ambiente integrado por los subsistemas naturaleza y sociedad (economía y población) (C.A.M.E., 1981).

En nuestro criterio la delimitación de los geosistemas está de acuerdo con los límites del intercambio de sustancias y energía necesarios para contribuir a los mecanismos autoreguladores o para mantener su funcionamiento.

En Cuba la diferenciación de tipos de geosistemas se estableció a partir de la tipología y representación espacial de regiones con similares influencias o impactos socioeconómicos y subordinado a esto se diferencia de acuerdo con la diversidad de las condiciones naturales de respuesta presentes en el área sometida a la influencia socioeconómica específica.

De este modo se logra que la tipología, diferenciación y delimitación de los geosistemas (que desde posiciones geográficas son unidades espaciales que constituyen tipos de medio ambiente o tienen condiciones permanentes del medio ambiente) expresen complejos técnico-naturales en los cuales es posible esperar igual respuesta en el medio ambiente ante igualdad de influencias socio-económicas en igualdad de condiciones naturales.

Para abordar la evaluación del medio ambiente se pueden seguir diferentes métodos, entre los que se encuentran:

- 1.- Diseño de un sistema de parámetros o indicadores que reflejen el proceso de interrelación naturaleza - economía - población de cada uno de los componentes que integran el medio ambiente.

2.- Síntesis de la interrelación naturaleza - economía - población obtenida en unidades ambientales.

3.- Clasificaciones del proceso impacto (acción) - cambio -consecuencia (impacto) de la interrelación naturaleza - economía - población

En el primer caso, se analiza el proceso de los impactos, cambios y consecuencias que se da en la interrelación naturaleza - economía - población teniendo en cuenta diferentes criterios (Preobrazhenski et al,1978), (CAME, 1981) (Estevan Bolea, 1994) (González et al, 1994) (Martínez et al, 1994) de la siguiente forma:

1- Estudio del impacto de la actividad humana en la naturaleza como el mecanismo detonante de la interacción:

**Impactos antrópicos:**

- Obtención de sustancias y energía de la naturaleza
- Introducción de sustancias, energía y estructuras hechas por el hombre
- Transformación de los estados de las sustancias y la energía dentro de la naturaleza y cambios en los procesos naturales.

Los impactos desde el punto de vista territorial se distinguen en: puntual o focal (a partir de las industrias y los asentamientos), redes lineales (los produce el transporte), aereales (la agricultura y la minería); y desde el punto de vista temporal: a corto y largo término, tipo continuo o por impulso, estacional y anual; también se diferencian con relación a intensidad, sin son directos e indirectos, acumulativos, reversibilidad, área y tasa de propagación.

Los impactos originados en la industria por las operaciones del proceso se determinan estudiando, a través de diagramas de flujo y de balances de materiales, las corrientes de efluentes y residuos que se emitirán a la atmósfera, al medio acuático y al medio terrestre.

Por lo general, hay que analizar los procesos y actividades que se realizan en cuanto a contaminantes, residuos y empleo; las materias primas que se necesitan: minerales, energéticos, agua, terreno, etc.; infraestructuras: calidad, residuales, transportes, etc. y por último se deben tener en cuenta las exigencias de la zona: viviendas, agua, equipamiento sanitario, etc.

2- Estudio de los cambios en la naturaleza bajo la influencia de los impactos

**Cambios en el medio:**

a) primarios:

- cambios en los recursos y en el balance entre sustancia y energía
- Cambios en la composición química, mecánica y física y en el estado de la sustancia o en el estado de la energía.
- Cambios en la dinámica (régimen) de los procesos naturales

b) secundarios:

En los subsistemas integrales:

- 
- cambios en las estructuras, vínculos, modificaciones en los complejos naturales

En el medio natural como cambios en sus funciones:

- agotamiento cuantitativo y cualitativo de los recursos naturales, incluyendo la reducción de territorios desocupados o de paisajes naturales y seminaturales
- degradación del medio: contaminación del aire, agua y suelo; desarrollo de procesos de desertización, salinización, deforestación, erosión del suelo, etc.
- reducción del fondo genético y de la diversidad de ecosistemas

3- Estudio de las consecuencias que afectan la salud humana y las actividades económicas como resultado de las influencias de la naturaleza cambiada.

### **Consecuencias en las esferas económica y social.:**

Económicas:

a) primarias:

- baja producción y de la calidad de los productos,
- acortamiento del tiempo de servicio de las maquinarias (corrosión, rápido deterioro,
- baja productividad del trabajo (alta morbilidad),
- alta migración del obrero y bajas calificaciones

b) secundarias:

- aparición de nuevas y liquidación de viejas empresas,
- cambios en los flujos de transporte y en la infraestructura,
- cambios en la estructura y en la especialización de la economía,

transferencia o cambios en el uso de los recursos naturales para otras ramas de la economía.

Sociales:

a) primarios:

- deterioro de la salud pública (incremento de las tasas de morbilidad y mortalidad)
- incapacidad,
- disminución de la tasa de nacimientos,
- incremento de la morbilidad de la población,
- reducción del tiempo libre,
- mayor gasto de tiempo para utilizar los servicios,
- incremento en la delincuencia.

b) secundarios:

- cambios en la estructura demográfica y en los flujos de migración,

- cambio en los empleos
- cambios en los asentamientos,
- cambios en el nivel de vida,
- cambios en la cultura, y en las tradiciones

Durante el desarrollo de las investigaciones del medio ambiente se han elaborado diferentes metodologías para el análisis de los impactos - cambios - consecuencias, todas tienen similares punto de vista, pero lo que sí es indispensable es un enfoque sistémico que tenga en cuenta la interrelación de todos los elementos del medio y de las cadenas de cambio que puede provocar un impacto o acción

## **CAPÍTULO V. GESTIÓN AMBIENTAL**

---

## VI.1. EL ANÁLISIS AMBIENTAL COMO BASE DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Ma del Carmen Martínez y Orlando Novúa, Angel Priego Santander y Mirian Arcia Rodríguez

En la década de los 80 se comenzó a utilizar el término de gestión ambiental en el ámbito internacional, atribuido al conjunto de acciones encaminadas a lograr racionalmente el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente. Esto dió origen a una nueva metodología de decisión en materia ambiental que supone la aceptación por parte del hombre de la responsabilidad de protector y vigilante de la naturaleza; administrando debidamente los recursos medioambientales sustentado en una coordinada información multidisciplinaria manejada de forma transdisciplinaria. Este proceso parte de una perspectiva ecológica global, que posibilite la actividad económica como necesidad humana, manteniendo la calidad de vida y la diversidad y equilibrio biológico a largo plazo. (Estevan Bolea, M.T., 1994)

De tal forma debe verse la gestión ambiental como un problema transectorial que vincula al medio ambiente con el desarrollo.

En Cuba están creadas las bases para desarrollar la gestión ambiental óptima, existe la infraestructura administrativa (Agencia de Medio Ambiente), y la ley marco de medio ambiente, que abarca las cuestiones fundamentales acerca del uso, explotación racional y conservación de los elementos del medio. La otra cuestión necesaria es la obtención y manejo de información e investigación básica, así como inventarios ambientales con una base conceptual sólida que permita tomar decisiones rápidas. Esto requiere de una herramienta de trabajo que facilite el manejo y análisis de la información a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que deberá contar con un departamento con el hardware necesario y adonde afluirá la información desde las provincias y otras instituciones que manejan la información necesaria para su explotación.

Se entiende por gestión ambiental al conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basándose en una **coordinada información multidisciplinaria** y en la participación ciudadana.

La gestión ambiental se apoya básicamente en una serie de principios, de los que se destacan los siguientes:

- Optimización del uso de los recursos (ya sean recursos naturales, renovables, recursos ambientales, recursos económicos).
- Previsión y prevención de impactos ambientales.
- Control de la capacidad de absorción del medio a los impactos, o sea control de la resistencia del sistema.
- Ordenación del territorio.
- Desarrollo de la educación ambiental

A partir del conocimiento del territorio, desde el punto de vista ambiental, se pueden definir los componentes y factores ambientales claves de éste, los problemas de manejo que existen y se identifican, y acotan las fuentes contaminantes actuales y subsecuentes que permitirán tomar



---

decisiones en cuanto a la gestión ambiental, y caracterizar y evaluar la naturaleza y extensión de los impactos ambientales presentes y futuros.

Cualquier metodología que se utilice deberá analizar, por una parte los sistemas ecológicos naturales y, por otra, una serie de acciones tecnológicas del hombre de manera que viendo las interacciones que se producen entre ambos, nos de una idea real del comportamiento de todo el sistema. Donde los costos económicos de las acciones preventivas sean inferiores a los producidos por las posteriores correcciones debidas a determinados efectos nocivos no previstos y por lo tanto los daños ambientales sean menores.

La gestión ambiental encierra todo el conjunto de actividades, mecanismos acciones e instrumentos dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente, y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La misma aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana (CITMA, 1997).

Todo ello da origen a importantes renovaciones metodológicas y de los procesos de toma de decisión en cuestiones ambientales y socioeconómicas, lo que supone la aceptación por parte del hombre de su responsabilidad como protector y vigilante de la naturaleza, administrando debidamente los recursos, partiendo de una perspectiva ecológica global, que posibilite la actividad humana, manteniendo la calidad de vida, la diversidad, y el equilibrio biológico a largo plazo.

La solución de los problemas ambientales requiere un enfoque global, lo que no significa adoptar medidas de carácter general, puesto que no es posible atender todos los problemas al mismo tiempo, ni sería eficaz un tratamiento semejante de las cuestiones ambientales en los diferentes ámbitos territoriales; además, las soluciones no proceden sólo de la tecnología. Es tan importante o más, el aporte social, mediante una transformación real de nuestras actitudes y comportamiento, especialmente para el modo de pensar occidental. Es un proceso lento y largo, en tanto que la degradación avanza de forma rápida y llega a tener una dimensión global.

Por todo ello, la gestión ambiental deberá contar con mecanismos que enfrenten las situaciones antes dichas, con una estrecha relación entre Ecología – Economía y Medio Ambiente.

Los dos instrumentos esenciales para la gestión ambiental y para lograr la integración efectiva de la política ambiental en las políticas sectoriales, son las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), y la Auditoría Ambiental (también llamada Diagnóstico y Reconocimiento ambiental).

Las EIA son instrumentos para la prevención de impactos y se aplican con carácter previo a la aprobación y ejecución de determinados proyectos.

La Auditoría por su parte se utiliza, dentro de tareas amplias de la gestión ambiental en el funcionamiento de actividades en diferentes sectores y de ello se derivan acciones y medidas correctoras, preferiblemente en el ajuste, regulación y modificación de procesos, así como en las mejoras de la organización y en los sistemas de gestión de la calidad ambiental.

---

**V.1. LA GESTIÓN AMBIENTAL COMO PREMISA PARA LA CALIDAD AMBIENTAL Y DE VIDA. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y PRACTICOS SEGÚN LA EXPERIENCIA CUBANA.**

Msc. Marisela Quintana Orovio y Msc. María del Carmen Martínez Hernández

En el trabajo se aborda la posibilidad de implementar un Sistema de Gestión Ambiental como herramienta para establecer un equilibrio armónico entre desarrollo económico y calidad ambiental, con el fin de lograr la calidad de vida necesaria para los pobladores en los asentamientos.

Se plantea el procedimiento a seguir para implementar un Sistema de Gestión Ambiental Regional, según experiencias en ciudades cubanas.

Tanto la calidad del medio ambiente, como el desarrollo económico, son condiciones indispensables para el bienestar humano, lo que implica que necesariamente debe lograrse un equilibrio entre ambas variables.

El desarrollo económico en un área específica es sostenible si los recursos no decrecen a lo largo del tiempo. Esto puede razonarse de la siguiente manera: si se explota un recurso no renovable, debe de invertirse en desarrollar o incrementar otro recurso que pueda sustituir en función al que se explota.

El desarrollo económico debe de estar dirigido a satisfacer las necesidades vitales del ser humano, entendiendo éstas como la alimentación, educación, vivienda, atención médica, etc. ya que es necesario comprender que las posibilidades del planeta de sustentar el actual desarrollo es limitado, éste es la fuente de recursos naturales, sobre él se desarrolla la actividad humana y además es el receptor de los residuos que esta genera. (Ruiz, 1994).

Esta acción del hombre sobre el planeta ha producido cambios, que a su vez han traído y traen consecuencias sobre la economía y el mismo hombre (salud, productividad económica, clima, biodiversidad y paisaje), por lo que es necesario dirigirse hacia un desarrollo económico armónico con el medio ambiente.

Existen una serie de problemas que hacen más difícil la consecución de un desarrollo económico sostenible, tales como: destrucción de los bosques, limitaciones energéticas, presión demográfica, desigual distribución de la riqueza, destrucción de recursos, comercio mundial, técnicas de producción de alimentos, etc. (Ruiz, 1994).

Las estrategias que ha sugerido la Comisión Mundial del Medio Ambiente van en contra de las economías destructivas del medio ambiente, en síntesis son:

- 1- Revitalizar el crecimiento económico. Este es necesario para lograr el desarrollo
- 2- Cambiar la calidad de ese crecimiento. El crecimiento debe estar dirigido a una mejora integral de la calidad de vida de todos los pobladores del Planeta.
- 3- Satisfacer las necesidades humanas esenciales.
- 4- Desarrollar una estrategia para mantener un número de habitantes controlado y adecuado a la capacidad del planeta.
- 5- Manejar los recursos de forma adecuada e incrementarlos de ser posible.

---

6- Desarrollar e implementar tecnologías limpias.

### **Sistema de gestión ambiental regional**

Una herramienta nueva para lograr un desarrollo económico sostenible es el Sistema de Gestión Medio Ambiental, que en este caso planteamos utilizarlo para una región, comunidad o asentamiento, el mismo proporciona un marco en el que cada empresa o actividad puede gestionar su actuación medioambiental de manera activa, permanente y sistemática, por tanto tienen la posibilidad de;

- Contribuir a desarrollar un enfoque activo de las cuestiones medioambientales.
- Asegurar una visión equilibrada en todos los departamentos de la empresa o instalaciones de una actividad.
- Permite la fijación de objetivos y metas medioambientales concretos.
- Optimiza la efectividad de los procesos de inspección y auditoría medioambiental.

El proceso de *Gestión Ambiental* se encuentra enmarcado dentro de los siguientes niveles de acercamiento: Principios personales, Política institucional y Legislación Ambiental.

El primer nivel define la necesidad de contar con un compromiso de cada uno de los trabajadores de las empresas y a todos los ciudadanos con la conservación y protección del medio ambiente, donde la formación ambiental a nivel personal, juega un importante papel. Queda definido en este nivel el representante de la gestión medioambiental y un grupo de gestión.

En el segundo nivel, el gobierno deberá definir y documentar su política ambiental institucional, la cual es la base del Sistema de Gestión Ambiental, adicionalmente, deberá garantizar que esta política:

- Esté relacionada con las empresas, sus actividades, servicios y productos y con los efectos ambientales de éstos.
- Se comprenda, ponga en práctica y mantenga en todos los niveles de organización del gobierno, fomentando entre los ciudadanos el sentido de responsabilidad en relación con el medio ambiente.
- Esté disponible para el público en general la información necesaria para la comprensión de las repercusiones de la actividad de las empresas sobre el medio ambiente y se mantendrá un diálogo abierto con la opinión pública.
- Incluya un compromiso de solución a los problemas ambientales heredados y de mejoramiento continuo de las condiciones ambientales.
- Prevea el establecimiento y publicación de objetivos ambientales a corto y mediano plazo.
- Se adopten las medidas necesarias para impedir las emisiones accidentales de sustancias o de energía.
- Se establezcan y apliquen procedimientos de comprobación del cumplimiento de la política medioambiental y, cuando estos procedimientos exijan la realización de mediciones y pruebas, se establecerá y se actualizará un registro de resultados.

- 
- Colaboran con las autoridades competentes en el establecimiento y la actualización de procedimientos de urgencia para minimizar el efecto de accidentes que afecten al medio ambiente y que a pesar de todo pudieran producirse.

Los objetivos generales del Sistema de Gestión Ambiental propuesto son:

- Facilitar la información y control gubernamental de la interacción asentamiento- economía- medio ambiente y de las prácticas medioambientales implementadas para su control.
- Evaluar su adecuación a la política ambiental de la región, lo que implica el cumplimiento de las leyes, disposiciones y normativas ambientales en vigor.

Los objetivos específicos perseguidos son:

- Verificar y documentar que se estén realizando las acciones adecuadas para proteger el medio ambiente.
- Identificar y reducir las acciones y riesgos ambientales propios de cada una de las actividades productivas y de servicios que integran el proceso económico y los servicios urbanos.
- Ilustrar y mantener un nivel de información a los distintos niveles de dirección y los ciudadanos, acerca de la responsabilidad real, tanto colectiva como individual que concierne a cada uno en lo referente a la conservación y cuidado del entorno.
- Dar las soluciones más adecuadas para la consecución de la reducción de los residuos y los mejores medios para su reciclaje, disposición y/o eliminación final.
- Identificar, cuantificar, controlar y solucionar los problemas en aquellos procesos productivos y de funcionamiento que generan residuos, mediante el monitoreo sistemático del volúmenes y efectos contaminantes y la búsqueda de soluciones óptimas, ambiental y económicamente compatibles.
- Proporcionar a los distintos niveles del gobierno y a los ciudadanos los conocimientos acerca de la legislación y normativas ambientales vigentes.
- Controlar e informar periódicamente el grado de cumplimiento de lo dispuesto por la legislación y las autoridades ambientales, así como sugerir e impulsar las mejoras tecnológicas y operativas tendientes a lograr su cumplimiento.
- Involucrar a todos los trabajadores y a los ciudadanos de las comunidades localizadas dentro de las zonas de influencia de la industria en los programas de mejoramiento ambiental.

El Sistema de gestión Ambiental a implantar, se extiende a todas las actividades que forman parte del proceso productivo de la región, del funcionamiento urbano, y comprende aspectos Administrativos, Sociales, Técnico-Operativos y de Uso y Protección de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, éste último, muy estrechamente relacionado con los anteriores. Estos aspectos se evalúan y controlan a partir de patrones ya definidos, tales como: la legislación y normativas ambientales, políticas ambientales corporativas, procedimientos de operación y mantenimiento, etc.

A partir de lo anterior, se pueden definir los principales aspectos a controlar por un Sistema de Gestión Ambiental, según propuestas realizadas por CEPAL, 1994, y de las que tomamos:

1- Aspectos administrativos:

- Grado de cumplimiento de la legislación.
- Cumplimiento de la política ambiental del gobierno
- La coherencia de la política económica y nivel de compromiso gubernamental.
- Comprensión del Sistema de Gestión Ambiental.
- Grado de gestión.
- Grado de capacitación.

#### 2- Aspectos sociales:

- Grado de aceptación por la comunidad de las actividades económicas que se realizan en la región
- Incidencia de las operaciones en el entorno
- Bienestar de la comunidad

#### 3- Aspectos Técnicos-Operativos:

- Controles
- Procesos
- Planes de emergencia
- Mantenimiento
- Servicios
- Gestión de residuos
- Entrenamiento operativo
- Condiciones de seguridad
- Almacenamiento y distribución
- Planes de contingencia

#### 4- Aspectos del uso y protección de los recursos naturales y el medio ambiente:

- Programas y planes de monitoreo
- Programas de rehabilitación ambiental
- Programas de capacitación y educación ambiental
- Realización de estudios ambientales
- Cumplimiento de los planes de medidas
  - **Base conceptual para la implementación de un sistema de gestión ambiental regional**

Ante todo es necesario entender que las estrategias y políticas ambientales deben de definirse a partir del conocimiento del territorio donde se quieran trazar y de los problemas ambientales

que en el existen. Para ello es necesario dominar los conceptos básicos para los estudios ambientales, y el primero es la definición de medio ambiente.

El medio ambiente se considera un sistema abierto, de formación histórica, con expresión espacial y flexibles en sus límites. Este sistema está integrado por tres subsistemas: el natural (geología, relieve, suelo, agua, aire, biota), el económico (agricultura, manejo del agua, transporte, industria, recreación, asentamientos) y el social (población y sus leyes, planes y perspectivas, etc. sobre la problemática del medio ambiente y la planificación del desarrollo económico, así como la toma de conciencia de cada individuo integrante de la sociedad para llevar a vías de hecho esta política) (Martínez, et al, 1997).

Este concepto propicia el marco teórico adecuado para el análisis ambiental, pues estudia y caracteriza al medio ambiente teniendo en cuenta los procesos de interrelación e intercambio que se producen entre los diferentes subsistemas.

Para estudiar la interacción entre la sociedad y la naturaleza debe dársele el mismo peso a ambos subsistemas, no sólo ver la sociedad como transformadora, si no también como controladora de esta interacción. Esto último es un aspecto muy importante a tener en cuenta, ya que de la forma en que lo haga puede influir en los procesos que se dan en la naturaleza en mayor o menor medida, por lo que es imprescindible que adopte técnicas que sean benévolas con la misma, pero además sin frenar el desarrollo, o sea, que se logre un desarrollo sostenible.

El estado actual del medio ambiente es el resultado de la interrelación sociedad-naturaleza, de forma tal que en determinadas condiciones naturales donde se desarrolla una actividad socioeconómica, puede existir o no un equilibrio entre ellas, dependiendo del grado de aceptación que tengan esas condiciones naturales a esa actividad socioeconómica. Si se establece el equilibrio, entonces esa actividad socioeconómica será sostenible en ese territorio y el medio no se degradará. Por el contrario, si los requerimientos de esa actividad no son compatibles con el potencial natural del territorio, entonces existirá degradación del medio ambiente surgiendo los impactos ambientales.

Para el estudio del estado actual del medio ambiente con expresión espacial se toman las unidades ambientales, a partir de la síntesis natural y socioeconómica. Los impactos pueden ser favorables o desfavorables; o sea una actividad socioeconómica puede beneficiar o perjudicar a ese territorio. Por otra parte, se analizan los efectos vistos como producto de los cambios ocurridos en la naturaleza a partir de las transformaciones de la sustancia o la energía, y la estabilidad geoecológica comprendida como la capacidad del sistema (natural, seminatural o antrópico) de mantener la estructura y el funcionamiento mediante sus mecanismos de autoregulación ante cualquier impacto ambiental.

- **Procedimiento para la implantación de un sistema de gestión ambiental en un asentamiento**

Para implantar un Sistema de Gestión Ambiental en un asentamiento es necesario tener en cuenta algunos elementos tales como;

- ◆ conocer la **historia de las transformaciones** que han ocurrido en el territorio
- ◆ **identificar los problemas ambientales** actuales y de su entorno. En un área de uso urbano, se verifican fuertes impactos a los componentes naturales, determinados por la

infraestructura socioeconómica, las actividades de la población, y por situaciones sinópticas o de índole natural. En la mayoría de los asentamientos urbanos, "los problemas ambientales tienen su génesis en la carencia o insuficiencia de redes técnicas, falta de áreas verdes, problemas con el tratamiento de residuales, etc., por lo que para ellos se propone en la optimización espacial del medio ambiente, el completamiento de la infraestructura y redes técnicas deficitarias y la creación de una infraestructura ecológica adecuada" (González, 1994)

- ◆ descripción físico-geográfica de la región, para poder analizar el uso actual del territorio de acuerdo a su aptitud funcional.
- ◆ en el caso de la parte construida se hace el análisis por manzanas, según el estado constructivo de la vivienda, la tipología de la vivienda, según los materiales de construcción de la misma; la fuente de suministro de agua: acueducto, pozo o pipa; servicios de alcantarillado; inundabilidad por penetraciones del mar o intensas precipitaciones; abundancia de áreas verdes; estado técnico de la red vial, catalogado en bueno o regular, mal olor por contaminación o industrias; cantidad de polvo y ruido; instalaciones de servicios, entre otros.
- ◆ ubicación del sistema de evacuación de residuales sólidos, existencia de microvertederos, creados por la población o por centro de servicios con la consecuente proliferación de vectores y malos olores que afectan la estética y sanidad de los alrededores.
- ◆ servicio eléctrico y telefónico, de gas, agua potable, entre otros.
- ◆ ubicación de establecimientos industriales y de servicios que constituyen focos de contaminación atmosférica, ya sea por emisión de gases y polvo o por ruidos.
  - transporte urbano, emisiones de CO<sup>2</sup>, hollín y el ruido que ocasiona.

**En cuanto a la población**, indicadores demográficos, cantidad de habitantes por vivienda, tipo de empleo, índices de natalidad, mortalidad, morbilidad, etc.

Después de tener la caracterización del asentamiento urbano o rural y de su entorno, se identificarán los problemas ambientales que los ocasiona. Con esta información se puede confeccionar un mapa de calidad ambiental, para después poder trazar una política y estrategia ambiental que los solucione, y posteriormente el plan de acción que conlleve a elevar la calidad de vida.

Es importante introducir toda la información en un soporte digital para que el grupo de gestión pueda dar fundamentos de las medidas y sugerencias realizadas a las personas decisoras y además el desarrollo de un programa de educación ambiental para todos los ciudadanos. Por otra parte las consultas públicas pueden dar resultados no predecibles de ayuda a mantener el sistema de gestión ambiental. Ejemplo de lo anterior tenemos en trabajos realizados en el municipio Plaza de la Revolución y Habana Vieja ambos pertenecientes a la Ciudad de La Habana. Cuba, donde se hacen propuestas de manejo con vista al desarrollo de ambos municipios en su función urbano-turística .

- **Consideraciones finales**

1- La calidad del medio ambiente incide directamente en la calidad de vida humana y también en el desarrollo económico, esto necesariamente implica que necesariamente debe lograrse un equilibrio entre el desarrollo económico y la calidad del medio ambiente.

2- Para implantar un Sistema de Gestión Ambiental en una región es necesario conocer la historia de las transformaciones que han ocurrido en el territorio e identificar los problemas actuales. Se debe considerar a esa región como un sistema y tratar de estructurar mecanismos que logren el equilibrio de ese sistema.

3- La aplicación de diferentes procedimientos con vista a la propuesta de un Sistema de Gestión Ambiental en municipios de la Ciudad de La Habana han demostrado que es una vía efectiva para la propuesta de una política y estrategia ambiental que los solucione, y con ello la elaboración de planes de acción que conlleve a elevar la calidad de vida y ambiental.



---

## V.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Dr. Pedro M. Alcolado

- **Definición y tipos de impacto ambiental**

Impacto ambiental es todo aquello que modifica desde el exterior el equilibrio dinámico inicial de un sistema natural. Cuanto más fuerte sea el impacto sobre un sistema natural, mayor será la distancia del nuevo estado con respecto a la situación inicial, y mayor será el tiempo necesario para recuperarse al cesar el impacto (Enríquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987).

Según Enríquez-Agos y Berenguer-Pérez (1987), existen dos tipos de impactos:

### **Impactos naturales.**

- Cambios generales climatológicos
- Cambios generales geomorfológicos.
- Cambios bruscos de carácter local (terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, incendios e inundaciones).

### **Impactos artificiales.**

Son las alteraciones producidas por el hombre (aumentan en intensidad y extensión con el desarrollo de la civilización y la tecnología) y son los siguientes:

- a) **Tránsito y primeros asentamientos.** Impactos puntuales y de pequeña a gran intensidad.
- b) **Actividades tradicionales** (pesca, agricultura, ganadería). Impactos amplios y de gran intensidad, frecuentemente irreversibles a escala humana.
- c) **Actividades de extracción, transformación y transporte** (minería e industria). Impactos puntuales difusos y de gran intensidad.
- d) **Actividades lúdicas** (turismo). Es un impacto importante aunque distinto a los anteriores. Puntual pero puede ser intenso.
- e) **Demanda simultánea e incompatible de usos.** Nueva forma de impacto.

Según Escofet (1989), citando a Westoby, una evaluación de impacto ambiental debe juzgarse como una acción profesional, y como tal, puede estar bien o mal hecha, igual que un diagnóstico médico, una operación quirúrgica, un puente o un edificio.

La decisión sobre si un proyecto necesita una evaluación de impacto ambiental (EIA) es tomada generalmente por alguna instancia gubernamental o por el presidente de una agencia internacional de empréstitos (Kok, 1992). Este proceso es llamado por algunos como **tamizaje** (en inglés, *screening*).

Inicialmente la EIA era usada principalmente como una herramienta para mitigar efectos ambientales y para adquirir licencias para ejecución de proyectos. Ahora está siendo usada como una herramienta para la identificación de alternativas de proyectos en etapas muy tempranas del planeamiento (Kok, 1992).

Según Kok (1992), los objetivos de un proyecto son el resultado de las opciones brindadas por el plan nacional de desarrollo, por una parte, y por las limitaciones impuestas por la estrategia nacional de conservación, por otra. Los objetivos son formulados y el proyecto es entonces examinado por un proceso de EIA para establecer sus posibles consecuencias ambientales. A la vez, es esencial investigar si el estado existente de desarrollo (sin implementación del proyecto) puede por sí solo cumplir los objetivos planteados y, paralelamente, si los proyectos alternativos pueden producir soluciones aún mejores.

La identificación temprana de alternativas es un elemento muy importante en una EIA. Las alternativas pueden ser identificadas por medio de comparaciones con otras posibilidades de ubicación, tecnología, mitigación y secuencias de fases de ejecución (Kok, 1992).

Las **alternativas de ubicación** pueden evaluarse comparando los requerimientos de recursos del proyecto, por una parte (terreno, agua, mano de obra, energía, infraestructura y materia prima), con la disponibilidad de los mismos, por otra (mercado para su distribución, infraestructura, y facilidades para la disposición de residuales y contaminantes). Áreas sensibles como reservas naturales, humedales, bordes costeros, y tierras agrícolas de buena calidad, serían excluidas de la comparación de alternativas de ubicación.

Las **alternativas tecnológicas** pueden ser consideradas comparando los procesos en la base de los requerimientos de recursos (materia prima, agua y energía), eficiencia de conversión y la generación de residuos. El uso sostenible de los recursos será un factor esencial en la selección final.

Las **alternativas de mitigación** deben ser consideradas prefiriendo tecnología limpia a técnicas de tratamiento de residuales. La filosofía más práctica es la que enfatiza la promoción de la reducción de la contaminación del aire, los suelos y las aguas subterráneas, usando cualquier método técnico que sea financieramente viable en el contexto de la actividad específica.

Las **alternativas de secuencias** de las fases abarcan las soluciones más o menos centralizadas o descentralizadas, o patrones de implementación que van desde los rápidos o repentinos hasta los graduales.

- **Objetivo de la evaluación de impacto ambiental.**

La evaluación del impacto ambiental permite integrar los factores ambientales en las decisiones de planificación; o sea, es una herramienta, junto con el ordenamiento territorial de la planificación y el manejo. Su objetivo global como disciplina de las Ciencias Ambientales, es el suministro de información sobre las consecuencias que el desarrollo de una determinada actividad puede tener para el entorno natural. Aunque las definiciones de EIA expresan una gran diversidad de ideas existen aspectos básicos sobre sus metas y objetivos, a saber:

- Identifica los efectos positivos y negativos de alguna acción del hombre sobre el ambiente.
- Entiende el medio ambiente en su forma más amplia, que incluye componentes como medio físico, biológico, social, económico, cultural y técnico.
- Está basada en predicciones en cuanto a las características de los efectos en el futuro en diferentes escenarios de tiempo, espacio y técnicas.

- Considera varias alternativas de proyecto, tanto técnicas como de localización, e identifica lo mejor en términos ambientales tomando en consideración aspectos económicos.
- Incluye la presentación, en lenguaje comprensible al público, de los resultados de la evaluación.
- Trata de brindar otro tipo de consideraciones además de las técnico-económicas en la evaluación de proyectos (sociales, políticos, culturales).
- Representa la información básica para la toma de decisiones sobre viabilidad de algún proyecto antes que las decisiones se realicen, y actúa (meta principal) como un instrumento para la toma de decisiones y la planificación del desarrollo sostenible.

La información obtenida debe ser el resultado del análisis de las posibles consecuencias de un proyecto o actividad sobre la geología, el suelo, el agua, el aire, la flora, la fauna, el paisaje, el ambiente socioeconómico, y en general todo lo que entendemos por el concepto de "calidad de vida" y que corresponde a una expresión simplificada de toda una fenomenología muy compleja. No solo se analizan las posibles modificaciones que de forma directa e inmediata genera un proyecto, sino también indirecta y a largo plazo, considerando las modificaciones de todas las actividades implicadas en la explotación de la obra terminada.

- **Categorías de proyectos**

Según Kok (1992), antes del desarrollo de una evaluación de impacto ambiental es necesario clasificar el proyecto que se analizará en tres categorías de acuerdo a la magnitud del impacto esperado. Las siguientes categorías son las empleadas por la Agencia Consultora holandesa HASKONING:

**Categoría I.** Proyectos que necesitan EIAs por la naturaleza y extensión de los impactos esperados. A esta categoría pertenecen:

- Reclamaciones y desarrollo de nuevos terrenos.
- Desarrollo de cuencas fluviales.
- Drenaje e irrigación de gran escala.
- Tala comercial.
- Maricultivo o acuicultura a gran escala.
- Represas e hidroeléctricas.
- Minería (incluidos petróleo y gas).
- Plantas industriales de gran envergadura.
- Desarrollo de plantas termoeléctricas o electronucleares.
- Manufactura y transportación de materiales riesgosos.
- Proyectos que plantean serios riesgos de accidentes.
- Sistemas de acueductos y alcantarillado de gran escala.
- Tendidos eléctricos de alto voltaje y gran envergadura.

- Oleoductos y Gasoductos.
- Carreteras y líneas férreas.
- Puertos y estructuras costeras.
- Aeropuertos.
- Desarrollo turístico a gran escala.

**Categoría II.** Proyectos que necesitan mitigación solamente si están situados en/o cerca de áreas ambientalmente sensibles, como son:

- Reforestación.
- Manejo de terrenos y suelos.
- Irrigación y drenaje a pequeña escala.
- Maricultivo o acuicultura a pequeña escala.
- Minihidroeléctricas.
- Desarrollo industrial de pequeña escala.
- Tendidos eléctricos de pequeña escala.
- Desarrollo de energía renovable.
- Facilidades de telecomunicaciones.
- Sistemas rurales sanitarios y de suministro de agua.
- Facilidades públicas (escuelas, hospitales, viviendas).
- Desarrollo turístico a pequeña escala.

**Categoría III.** Son los proyectos neutrales; por ejemplo:

- Desarrollo institucional.
- Programas de salud.
- Programas de planificación familiar.
- Programas de nutrición.
- Programas de educación.
- Programas ambientales.

No obstante, si un proyecto de la Categoría III implica una intervención física sobre el ambiente, debe ser considerado como uno de Categoría II; y si uno de Categoría II está localizado en o cerca de un área ambientalmente sensitiva, debe ser clasificado como Categoría I.

A continuación tenemos una relación de áreas ambientales sensibles:

- Arrecifes coralinos.
- Manglares.
- Islas pequeñas.

- Selvas húmedas tropicales.
- Áreas propensas a la erosión de sus suelos (pendientes, montañas).
- Áreas propensas a la desertificación (áridas o semiáridas).
- Áreas de conservación natural.
- Humedales de importancia nacional o internacional.
- Áreas que albergan especies protegidas y amenazadas.
- Áreas con paisajes únicos.
- Áreas de interés particular histórico o arqueológico.
- Áreas de importancia para grupos étnicos amenazados.
- Playas.

- **Problemas en la aplicación de la EIA**

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos la evaluación de impactos se toma en cuenta cuando hay que tomar medidas para reducir los daños que se hayan producido o puedan llegar a producirse por obras o actividades ya implantadas. En estos casos ha quedado fuera del estudio la posibilidad de elección de la ubicación ideal de la fuente de impactos (la inversión o actividad) cuando ello es imprescindible para que dichos impactos sean menores o fáciles de minimizar.

Es fundamental que la EIA se comience durante el proceso de ordenamiento, o sea lo más pronto posible, cuando se dispone todavía de opciones de ubicación en la realización de los proyectos. De otro modo sólo podrá acudir a medidas correctoras más o menos eficaces.

Las evaluaciones de impacto ambiental, como ya se dijo; tienen como objetivo brindar información, y por ello no garantizan por sí misma que las consecuencias negativas de los impactos desaparezcan o se reduzcan. Es necesario que exista una relación apropiada entre la evaluación y la toma de decisiones para la ejecución y el desarrollo de un proyecto.

El éxito de una evaluación de impacto ambiental depende en gran medida del momento en que esta se realice. Una **EIA preliminar** (o **informe ambiental preliminar**) aplicado desde las fases de planeamiento y prefactibilidad de un proyecto, puede ser más provechoso que un estudio extenso hecho cuando el proyecto está en fase de construcción.

La elaboración de un proyecto de desarrollo por parte de los ingenieros y economistas debe constar, atendiendo a Coles de Negret (1987), de las siguientes etapas:

- a) **Planificación.** Consiste en las decisiones centrales del gobierno en cuanto a la política de explotación o de construcción. Por ejemplo, se decide que es necesario un número determinado de estaciones hidroeléctricas.
- b) **Prefactibilidad.** Se examinan las posibles localizaciones del proyecto y alternativas técnicas para su realización.
- c) **Factibilidad.** Se estudia con más profundidad un número más reducido de alternativas para escoger la mejor.

---

d) **Estudio detallado del diseño final.**

e) **Construcción.**

f) **Abandono**, si se trata de un proyecto de vida limitada.

Este proceso puede ser detenido en cualquiera de las etapas, ya sea por razones técnicas, económicas sociales o ecológicas que emanen de los estudios realizados.

El proceso de los análisis ambientales debe seguir el mismo camino que un proyecto de inversión. Sin embargo, suele suceder lo contrario con nocivas consecuencias.

En la primera etapa, o sea la de **planificación**, se requiere un **ordenamiento territorial** que guíe la toma de decisiones en función de la "vocación" natural principal de los territorios, a la que se subordinarán las restantes actividades que pudieran tener alguna influencia nociva.

En la etapa de **prefactibilidad**, lo que se necesita es un **informe ambiental preliminar** (IAP) que permita determinar si el proyecto merece estudios ambientales más detallados. Además, permite también hacer una primera variante de los proyectos o posibilidades con mejores características.

El IAP proporciona la información para la elaboración de términos de referencia y la realización del siguiente estudio que es la **declaración de efecto ambiental** (DEA; EED en inglés). Este puede realizarse en la fase de **prefactibilidad** o **factibilidad** del proyecto y debe considerar las alternativas indicando los proyectos más viables en términos ambientales.

La DEA debe ser un documento conciso y a la vez abarcador, que compile las conclusiones necesarias de la evaluación. Esta resume las alternativas, los impactos más importantes que pueden ocurrir en términos de contaminación, degradación de recursos naturales e interferencias con otras actividades humanas, tanto al llevar a cabo el proyecto como en el caso del desarrollo autónomo sin el proyecto.

Los impactos pueden ser categorizados como permanentes o temporales, y pueden ser presentados para cada una de las fases sucesivas del proyecto, desde la construcción y operación, hasta el posible desmantelamiento al caducar la funcionalidad de la inversión.

En la DIA los proyectos pueden ser categorizados de la forma siguiente:

- \* Proyectos que no necesitan estudios más detallados.
- \* Proyectos que no se pueden permitir.
- \* Proyectos que necesitan estudios más detallados.

En la DEA se establecen además los términos de referencia para los estudios posteriores.

La siguiente etapa corresponde a las **evaluaciones de impacto ambiental** (EIA) que se realizan durante las etapas de **factibilidad** y/o de **diseño del proyecto**. Estas son más detalladas en algunos impactos escogidos por ser prioritarios, o por otras características especiales.

En las etapas de construcción y operación se deben iniciar los **estudios de monitoreo**.

Tanto los países industrializados como en desarrollo reconocen el hecho de que la EIA es meramente una predicción de lo que puede suceder una vez que se implementa un proyecto. O sea no es el desarrollo real del fenómeno, sino un "escenario".

Es necesario monitorear el desenvolvimiento del ambiente durante la preparación, construcción y operación de los proyectos. El monitoreo es la observación repetitiva de los fenómenos dentro de un marco predefinido de tiempo y espacio. Los datos colectados durante el monitoreo deben ser procesados, almacenados, recuperados y presentados.

Comparando los resultados reales con las predicciones y los estándares, pueden registrarse cambios indeseables que deben ser corregidos, reducidos y, si es posible, eliminados. El monitoreo puede ser usado como una herramienta para las **auditorías post-proyecto** y para evaluar la calidad de la propia EIA. También brinda una advertencia temprana de problemas de contaminación, degradación de recursos naturales, e interferencia con otros intereses de la sociedad.

Finalmente, cuando la obra está completa y funcionando, hay que realizar un **estudio de interventoría** que permita determinar la precisión y el éxito de los estudios ambientales realizados durante todo el proceso del proyecto. Por esta razón, constituye un estudio de retroalimentación para facilitar y hacer más eficiente el control de los impactos ambientales de dicho proyecto y de otros en el futuro

- **Aspectos prácticos de la EIA**

La caracterización ecológica de una EIA debe describir del sistema en cuestión (Enríquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987):

- \* Los aspectos socioeconómicos.
- \* Los aspectos biológicos.
- \* Los recursos de todo orden.
- \* Los procesos físicos.

Partiendo de esta descripción, la evaluación trata de:

- Suministrar un marco ecológico base para la planificación integral de los recursos costeros.
- Desarrollar los instrumentos para tratar y valorar la información recogida en el análisis del impacto ambiental.
- Identificar las deficiencias cualitativas y cuantitativas de la información y establecer las prioridades de investigación que tiendan a subsanarlas.
- Suministrar una valoración del estado económico del ecosistema de referencia.
- Identificar los biotopos y el sector poblacional que pueda verse afectado. Lo primero es lo que algunos especialistas denominan **Componentes Ambientales en Riesgo** (CAR o ECAR en inglés)

Las metodologías se clasifican en:

- Tipo A. **Métodos *ad-hoc***, en los que la identificación, cuantificación y evaluación de los impactos la realizan un grupo de especialistas convocados con ese propósito, y generalmente sin guía preestablecida.
- Tipo B. **Métodos de superposición**, que se basan en la elaboración de una serie de mapas de factores ambientales que se superponen para indicar áreas de mayor impacto.
- Tipo C. **Listados**, que representan acciones y/o impactos comúnmente asociados con ciertas etapas de determinados proyectos, de los cuales los analistas seleccionan los posibles impactos del proyecto objeto de investigación. Algunos de esos métodos también incluyen criterios, más o menos complejos, para realizar la cuantificación de impactos.
- Tipo D. **Matrices**, que incluyen muchas características de los métodos anteriores pero presentan la información en forma de matriz, determinando así relaciones causa-efecto entre acciones e impactos.
- Tipo E. **Redes**, que representan las relaciones temporales y causativas entre impactos a través de la elaboración de esquemas que ilustran cuales son los impactos directos (primarios) e indirectos (secundarios, terciarios, etc.).

Por su parte Thomson (1990) considera que es necesario una clasificación diferente que tenga en cuenta:

- la **magnitud** y la **significación** (costo a la sociedad) del impacto por separado
- si las instrucciones metodológicas para determinar la significación son: (a) precisas y explícitas, (b) no existentes y (c) intermedias entre a y b
- si se requiere la agregación de los impactos para la comparación de alternativas
- si se requiere de la participación pública.

Con la combinación de esos criterios de Thomson crea 6 casillas de clasificación:

1. Significación separada de la magnitud, instrucciones explícitas, agregación de los impactos sin participación pública (Ej. Metodologías de Batelle-Columbus, de Dee *et al.*; de superposición, de Krauskopf y Bunde; de Solomon *et al.*; de Odum *et al.*; de la Armada de Estados Unidos; y la de Ross).
2. Significación separada de la magnitud, con algunas orientaciones, agregación de impactos, con o sin participación pública (Ej. Métodos de Stover; de Hill; de Sondheim; y de Crawford).
3. Significación separada de la magnitud, con algunas orientaciones, sin agregación de impactos, sin participación pública (Ej. Método de Clark).
4. Significación separada de la magnitud, sin instrucciones, sin agregación de impactos, sin participación pública (Ej. Matriz de Leopold).
5. Significación no distinguida de la magnitud, con alguna orientación, con o sin agregación de impactos, con o sin participación pública (Ej. Método del Soil Conservation Service; el de Fischer and Davis; el de la Multiagency Environmental Impact Agency; y el de Walton y Lewis).



6. Significación no considerada explícitamente, con o sin agregación de impactos, sin participación pública (Ej. Métodos o Técnicas de McHarg; Loran; Adkins y Burke; Vertinski *et al.*; Environment Canada; Keeney y Robilliard; y el de Redes de Sorensen).

Como vemos, dentro de algunas de las 6 clasificaciones hay características alternativas (con o sin) que realmente elevan a 10 el número de clases de metodologías.

También, Coles de Negret (1987) establece otras características deseables para la metodología de EIA como son:

- Carácter probabilístico y no determinístico de cadenas de causas y efectos ambientales.
- Considerar los efectos acumulativos y directos.
- Considerar las características temporales dinámicas de los impactos temporales.
- Incluir objetivos o valores múltiples para la evaluación y toma de decisiones.
- Separar hechos y valores.
- Fomentar la participación del público y de especialistas multidisciplinarios en la evaluación y asignación de valores.
- Ser eficiente en cuanto a sus necesidades de tiempo, financieras y especialistas participantes.

Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez (1987) consideran que una metodología de EIA debe tener las siguientes propiedades:

1. Integral
2. Flexible
3. Capaz de detectar impactos generados por el proyecto
4. Objetiva
5. Exigir el aporte de expertos
6. Que utilice el estado del arte en tecnología de evaluación
7. Que utilice criterios bien definidos
8. Que proporcione lineamientos para evaluar la magnitud de los impactos
9. Que proporcione lineamientos para la evaluación global de los impactos
10. Que señale áreas ambientales sensibles.

Por su parte, Coles de Negret (1987) sugiere los siguientes criterios diseñados para guiar una evaluación rápida de cualquier metodología:

1. Identificación de impactos (ambiente físico, biológico, socioeconómico y cultural).
2. Selección de prioridades de estudio.
3. Determinación de indicadores.
4. Descripción del estado inicial de referencia (línea base).

5. Predicción de impactos (cualitativos y cuantitativos).
6. Tipificación de impactos (magnitud y grado o significación).
7. Interpretación y evaluación de impactos (significación relativa y absoluta para la sociedad).
8. Elaboración de medidas correctivas (amortiguación o mitigación).
9. Elaboración de plan de manejo (implementación de medidas para la marcha del proyecto).
10. Comunicación de resultados (forma concisa, clara y de fácil comprensión; inclusión de resumen, justificación e inclusión de todos los criterios utilizados).
11. Flexibilidad.
12. Recursos necesarios (materiales, humanos, de tiempo y financieros).

Coles de Negret (1987) refiere que las metodologías que cumplen un mayor porcentaje de estos criterios, o sea, las más completas son: Batelle-Columbus (38%), Método de indicadores característicos (35%) y Método de Delphi (30%). Ella no descarta la utilidad para aspectos específicos de las restantes metodologías, que pueden ser útiles en etapas preliminares y como complemento.

Por su parte, Thomson (1990) sugiere 15 criterios de evaluación de metodologías:

1. Considerar separadamente la significación (costo social) y la magnitud del impacto.
2. Utilizar una semiagregación bajo diferentes encabezamientos en vez de una agregación completa de las puntuaciones como resultado final. Así no se enmascaran las ventajas y desventajas de cada alternativa y se facilita cualquier modificación de los proyectos.
3. Asegurar la participación pública, lo que permite conocer mejor el costo o valor de un impacto a la sociedad. El experto puede definir la magnitud del impacto, pero otra cosa es su significación.
4. Buen balance en el nivel de cuantificación para evitar el despilfarro de recursos en la EIA. Las escalas de 1 a 5 ayudan en ese sentido cuando se usan mezclados datos cuantitativos y cualitativos.
5. Presentar juntos resultados cuantitativos y cualitativos. Ambos tipos tienen importancia y como se dijo, una escala de 1 a 5 permite presentarlos juntos. La aparente objetividad de los valores cuantitativos puede ser real o ilusoria.
6. Que el grupo de estudio no ejerza una influencia indebida sobre el resultado.
7. Aplicar una técnica de grupo estructurado en la toma de decisiones para lograr consensos. Ejemplos de ello son el Método Delphi y la Técnica nominal de grupo. La última requiere de reuniones. Por eso se prefiere el primero para evitar influencias y coacciones.
8. Estimular el desarrollo de alternativas de bajo impacto. Ejemplos de ello son las metodologías de superposición de Krauskopf y Bunde, la técnica de McHarg, y las redes de Sorensen.
9. Hacer repeticiones en la ponderación de las importancias (se requiere de una computadora).

10. Presentar suficiente flexibilidad para ser usada en cualquier tipo de proyecto.
11. Realizar una progresión a través de las etapas del proyecto de forma explícita, lo que es más inteligible para los que deciden y para el público.
12. Dirigir los recursos hacia el alcance de una decisión (puntería en los gastos).
13. Presentar claramente las opciones entre diferentes áreas de impacto; a eso no ayudan las puntuaciones finales, por lo que deben desagregarse en tipos de impacto.
14. Servir como una herramienta analítica útil (para el que quiera profundizar en detalles de la evaluación).
15. Evitar que las necesidades de recursos de la metodología sea excesiva, lo que se logra clasificando los objetivos del estudio entendiendo la naturaleza exacta de la decisión a tomarse.

Atendiendo esos 15 criterios Thomson (1990), plantea que la metodología más completa es la de Crawford.

Westman (1983), luego de emitir juicios críticos válidos sobre los métodos para cuantificar impactos, recomienda el método de la **matriz simple de compensación** ("simple trade-off matrix) de Herson. Según él, este método deja la posibilidad al que toma las decisiones de hacer sus propias valoraciones y ponderaciones. Las críticas de Westman van dirigidas a subjetividades en la ponderación de importancias, fallas matemáticas en el empleo y comparación de escalas de diferentes tipos, desventajas del uso de la agregación de valores en un gran indicador único, dificultad de que los decisores e inversionistas puedan comprender, seguir los pasos de razonamiento y conocer los juicios utilizados y desconocimiento de las verdaderas relaciones funcionales entre los valores de las escalas y las variables para llevarlas a unidades de puntuación comunes llamadas **escalares**. Con relación a esto último, agrega que el uso de escalares, aunque atractivo por reducirse el impacto a unidades comunes de puntuación, está plagado de dificultades, y que es raro que la forma de un escalar pueda ser verdaderamente documentada en base a estudios experimentales.

Westman refiere que por lo antes dicho algunos analistas han sugerido que no se usen técnicas cuantitativas en lo absoluto y se adopte una posición intermedia con el uso de técnicas que no agreguen información de forma indebida y que identifiquen claramente las fuentes de información y las líneas de razonamiento, como el que se acaba de mencionar.

Hasta el presente, las técnicas de evaluación ambiental han sido utilizadas principalmente en grandes esfuerzos de planeamiento, y no de manera rutinaria en las declaraciones de impacto ambiental porque son muy costosas y consumen mucho tiempo para que queden bien. Procedimientos claramente explícitos, que identifican las valoraciones de las diferentes partes involucradas e interesadas brindan una mejor base para un análisis racional necesario para una decisión (Westman, 1983).

Entre los métodos y técnicas aparentemente más usados en la EIA pueden mencionarse (no se incluyen algunos de los mencionados por Thomson, 1990):

a) **Matrices:**

- Matriz de elementos-actividades (Matriz de Leopold) (ML).

- Matriz de elementos-elementos de Nowicki-Caudin MEE).
- Matriz de actividades-actividades (MAA).
- Matriz de alcance de metas de Lichfield.
- Matriz de barrido de prioridad de compensación (trade/off), de Davos.
- Matriz simple de compensación (trade-off), de Herson.

#### b) **Listas de chequeo e índices de importancia relativa**

- Listados simples.
- Método Batelle-Columbus (BC), también llamado Sistema Cuantitativo Global o Sistema de Evaluación Ambiental.
- Método de Calidad Ambiental Global (CAG).
- Método de Indicadores característicos (MIC).
- Método de Delphi (MD).
- Técnica de escala y peso de ECO-WRAM (TEP).

#### c) **Metodologías de superposiciones de información temática**

- Superposición de estudios descriptivos.
- Superposición de estudios predescriptivos.
- Método de superposición de Steitniz y colaboradores.

#### d) **Diagramas de flujo y redes**

- Diagramas de sistemas, de Odum.
- Redes de Sorensen.

#### e) **Modelos de simulación**

#### f) **Evaluación cualitativa de impactos**

En los trabajos de Coles de Negret (1987) y Westman (1987) se describen con detalle varios de esos métodos. A continuación se toman como ejemplos y describen muy someramente algunos métodos muy usados que no necesariamente son los mejores:

Las **listas de chequeo** constituyen un método simple de interrelación causa/efecto y se utilizan en evaluaciones preliminares como recordatorios o índices de temas a considerar. Al listado suele acompañarse un informe que describe con detalle las posibles variaciones de cada factor ambiental considerado y estimación de su importancia para el caso en cuestión. Estas son muy recomendables en las primeras etapas de la EIA.

La **matriz de Leopold** es un sistema de información sencillo pero más elaborado en que en las columnas de la matriz se indican las acciones del hombre que pueden alterar el medio, y en las filas, las características del medio que pueden ser alteradas. Cada cuadrícula se divide en dos por una diagonal. En la mitad superior se da una puntuación (de 1 a 10) de la magnitud del posible impacto (se pone un signo + si el impacto es beneficioso y - si es perjudicial), y en la

inferior se da una puntuación (de 1 a 10) de la importancia del posible impacto (por ejemplo, si es regional o simplemente local, etc.). El cero no se usa. En un texto adicional se discuten los aspectos más relevantes (con mayor puntuación).

Un poco más en la concreción de los estudios lo constituyen las **matrices ecológicas**, donde en filas y columnas se establecen las interdependencias tróficas entre los componentes del ecosistema (zooplancton, fitoplancton, bentos, flora, fauna, etc.). A la par de estas matrices se confecciona un **diagrama conceptual sistémico**, que sirva de instrumento de comunicación y evaluación, ya que identifica flujos y niveles, y establece relaciones de retroalimentación. Sus dificultades estriban en que si se pretende un excesivo detalle se dificulta la representación y si el detalle es bajo las simplificaciones de los procesos invalidan la fiabilidad de dicha representación.

Otro método, que es el **sistema cuantitativo global**, (Batelle-Columbus) es un modelo de evaluación que puede utilizarse para:

- \* Medir el impacto sobre el medio de diferentes soluciones de un proyecto.
- \* Planificar a mediano o largo plazo proyectos con el mínimo de impacto posible.

Este sistema está formado por los numerosos parámetros ambientales involucrados, y ordenados en varios componentes ambientales (recuadros) que a su vez están agrupados en cuatro categorías, que son: a) Ecología, b) Contaminación ambiental, c) Aspectos estéticos y c) Aspectos de interés humano, como se muestra a continuación:

<b>Categorías</b>	<b>Componentes ambientales</b>
Ecología	- Especies y poblaciones - Los hábitats y comunidades - Ecosistemas
Contaminación ambiental	- Contaminación del agua - Contaminación atmosférica - Contaminación del suelo - Contaminación por ruido
Aspectos estéticos	- Suelo - Aire - Agua - Biota - Objetos artesanales - Composición
Aspectos de interés humano	- Valores educacionales y científicos - Valores históricos - Cultura - Sensaciones - Estilos de vida

La elección de los parámetros ambientales que entran en los recuadros del modelo debe pretender:

- Que representen la calidad del medio (**indicativos**).
- Que sea posible su medición sobre el terreno (**medibles**).
- Que respondan a las exigencias del proyecto a evaluar (**pertinentes**).

- Que sean evaluables a nivel de proyecto (**oportunos**).

Una vez elaborado cualitativamente el sistema con todos los parámetros, se procede al paso cuantitativo en que se asignan puntuaciones o calificaciones de unidades de impacto ambiental (ver Coles de Negret, 1987). Estos índices se suman dentro de cada recuadro de componentes ambientales para valorar sus respectivas importancias. La dificultad estriba en la adecuada puntuación del grado de incidencia de cada factor, que requiere de requisitos tales como:

- Hallar la equivalencia del índice ambiental que representan.
- Ponderar su índice de importancia.
- Hallar por producto de las dos puntuaciones anteriores el impacto neto, que es el que se refleja para cada factor.

El índice de calidad se podría determinar en cada caso si se conociera la función (lineal o no, directa o inversa) que lo relaciona con la magnitud del parámetro; las puntuaciones deben depender en parte de su implicación en el éxito del proyecto, y del objetivo global de manejo integral del área. Este sistema, costoso y complejo en su globalidad, permite entresacar de él los componentes y parámetros para casos específicos, que funcionarían como índices de alerta.

Según Coles de Negret (1987), un método más eficiente es el de los **indicadores característicos** para la evaluación de impacto ambiental (MIC). Este método está orientado para utilizarse en las etapas de interpretación y evaluación, e incorpora un amplio margen de características de impactos que lo distinguen del método de Batelle-Columbus y del de Calidad Ambiental Global (CAG). El MIC utiliza una mezcla de valores cuantitativos y cualitativos para la valoración de las características del impacto, y luego multiplica esos valores por un factor de peso relativo de cada impacto y con estos se calcula el valor integrado global del impacto ambiental. Por ello sirve para comparar alternativas. Este método considera 11 características que son:

1. Efectos a corto plazo.
2. Efectos a largo plazo.
3. Reversibilidad de efecto.
4. Efectos directos.
5. Efectos indirectos.
6. Efectos acumulativos.
7. Controlabilidad por medidas correctivas.
8. Radio de acción.
9. Implicaciones económicas.
10. Implicaciones socioculturales.
11. Implicaciones políticas.

Dichas características se usan para la tipificación de los impactos, mediante un proceso de cuantificación de éstas en cuanto a su daño o beneficio al ambiente, en una escala entre -5 y

+5. Luego se pondera cada impacto de acuerdo a su importancia en una escala de 0 a 1. Este cálculo del valor del impacto se hace multiplicando el valor del indicador característico por su factor de peso (importancia). El impacto global se calcula sumando los valores de todos los impactos. Si el signo es negativo, es perjudicial; si es positivo, es beneficioso. Esto permite comparar alternativas de proyectos mediante un proceso aritmético (ver Coles de Negret, 1987).

Los **modelos matemáticos** constituyen una herramienta que se intenta utilizar en los estudios medioambientales, no sin grandes dificultades inherentes a sus imperfecciones.

Los modelos representan una analogía simplificada de los complejos fenómenos naturales, tanto físicos como biológicos. Estos son útiles para simular los procesos observados durante los estudios de caracterización. Además, pueden orientar sobre las posibles consecuencias de determinadas actuaciones sin alterar en principio el medio natural.

En el caso particular de los estudios medioambientales, la complejidad de los procesos implicados se suma a la dificultad de instrumentar un software adecuado a su representación para el debido tratamiento por el ordenador. En ese sentido, dos factores críticos son: las simplificaciones fenomenológicas que es preciso realizar para reducir la complejidad y hacerla abordable de cierta manera; y la amplitud y fiabilidad de que es preciso dotar a datos de entrada, dentro de un proceso lógico de optimización técnico-económica.

Lograr predicciones seguras por medio de modelos matemáticos en el marco del escenario marino-terrestre (costero) es más bien una excepción que la regla. Las fuentes de dificultades incluyen:

- Limitaciones técnicas inherentes a la descripción de los fenómenos.
- Dificultades sobre el establecimiento de un adecuado control de calidad de los modelos.
- Dificultades de comunicación entre los modelistas y quienes toman decisiones basadas en sus resultados.

Dentro de las dificultades de tipo técnico puede mencionarse:

- Se trata de aproximarse a fenómenos físicos caracterizados por la frecuencia de estados turbulentos, y a fenómenos biológicos con complicados fenómenos de retroalimentación.
- Al abordar los fenómenos turbulentos normalmente solo cabe hacerlo utilizando algoritmos medios, lo que supone una severa limitación.
- En el campo biológico existen procesos químicos, interrelaciones tróficas y comportamiento de especies, que apenas son vislumbrados o suficientemente conocidos.

En cuanto al control de la calidad de los modelos, es difícil contar con los datos suficientes que puedan ser contrastados con las salidas del modelo. Esto da lugar a resultados inciertos y poco fiables. Existen recomendaciones para tratar de minorar esas dificultades, que caen fuera del contexto de este escrito. El desarrollo de modelos entra más en el contexto de instituciones de investigación y desarrollo que en el de entidades de manejo, cuya actividad suele estar limitada por el tiempo y los costos.

Ningún método es perfecto ni completo, por ello se recomienda usarlos de forma combinada (Coles de Negret, 1987 y Thomson, 1990). Las ventajas y desventajas de algunos de los métodos citados son valoradas por Coles de Negret (1987).

Es aconsejable que a la hora de cualquier listado de parámetros a considerar en un caso determinado, no copiarlos de otros trabajos similares, ya que es importante no prejuzgar las concepciones individuales sobre la problemática. Sólo una vez que se desarrolla la selección propia, la consulta de otros trabajos puede ser útil para su complementación y completamiento.

- **Efectos acumulativos o de largo alcance de los impactos**

Uno de los aspectos más difíciles en la evaluación de impactos es el de los efectos acumulativos o de largo alcance. Así, por ejemplo, la abundancia de especies adultas en una zona, puede verse gravemente afectada por alteraciones del medio que actúen sobre zonas de desove o crianza situadas a kilómetros de distancia de la anterior. En el plano físico, la morfología costera puede afectarse por alteraciones del medio físico realizadas a gran distancia. Para un seguimiento escalonado de los efectos acumulativos deben considerarse:

- Las actividades o procesos individuales originados en la construcción o explotación de una obra, que dan lugar a efectos en cadena.
- Las perturbaciones que desencadenan las actividades o procesos anteriores (efectos indirectos).
- Los efectos que siguen a esas perturbaciones a mayor plazo o distancia.

De este modo tenemos, por ejemplo: **Dragado** (actividad), **Remoción de material** (disturbio), **Turbiedad** (efecto intermedio), **Reducción de la flora** (efecto intermedio), **Disminución de la base alimentaria animal** (efecto intermedio) y **Afectación de la pesquería** (efecto final).

Los impactos a largo plazo son generalmente mucho más importantes que los de a corto plazo, son más fáciles de determinar que los de a corto plazo (que se producen en condiciones más variables), y son más simples de exponer en su generalidad (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987).

- **Balance costo-eficiencia de la EIA**

Los objetivos de los estudios de evaluación de impacto ambiental tienen fines específicos abordados por organizaciones promotoras o consultoras (de manejo) que operan bajo restricciones de tiempo y de presupuesto. Son clasificados como objetivos **relevantes**, y responden estrictamente a las necesidades identificadas de la planificación, el manejo y la evaluación de impactos. Para ello se requiere una optimización del binomio costo-eficiencia, para lo que es preciso desarrollar métodos de campo rápidos y económicos que sirvan para su empleo simultáneo, por equipos multidisciplinarios de ingenieros, ecólogos, sociólogos y economistas. De este modo, se exige una cuidadosa coordinación del programa de actividades, tratando fundamentalmente de aislar los objetivos prioritarios antes de centrar la atención en su solución a través de estudios específicos (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987).

Entre las técnicas que se recomiendan universalmente están la teledetección y la fotointerpretación que pueden dar datos sobre la naturaleza y situación de las playas, zonas de



transporte litoral, intrusión de plumas gaseosas o de aguas terrígenas o contaminadas en la atmósfera o en el mar, distribución de biotopos, etcétera (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987). Estas primeras observaciones darían lugar a los estudios de campo pertinentes, como:

- Procesos geológicos y morfológicos.
- Características de la circulación y la dispersión.
- Identificación de especies que pueden actuar como indicadores, y sus necesidades de hábitat.
- Relaciones tróficas dominantes a nivel de especies relevantes.
- **Estudios medioambientales de la EIA**

En los estudios medioambientales dirigidos a una evaluación de impacto ambiental han de evitarse que estos produzcan, como a menudo sucede, los retrasos en la ejecución de proyectos y la producción de informes irrelevantes y de estudios sin utilización. Las razones de que se produzcan esos tipos de inconvenientes tienen diferentes orígenes. Entre éstos pueden mencionarse (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987):

- **Procesales.** Cuando los procedimientos seguidos para el estudio de los impactos ambientales están divorciados de los seguidos para la toma de decisiones.
- **Selección de impactos.** Cuando en lugar de tratar de obtener los impactos fundamentales la evaluación se recrea en estudios multivariados o no pertinentes con acción esterilizante.
- **Cuantificación de impactos.** Cuando no existen los recursos necesarios para una investigación apropiada y se sustituyen los estudios por respuestas accesibles y subjetivas.
- **Presentación.** Cuando los resultados no se presentan en forma fácilmente comprensible y manejable para la autoridad decisoria, de manera que ésta pueda llegar a conclusiones razonables

Es conveniente añadir que aún aquellos datos considerados insuficientes desde una perspectiva científica, pueden poseer la validez provisional necesaria como para orientar decisiones tácticas que prevengan estados irreversibles (Escofet, 1989 en sus comentarios sobre algunos de los objetivos de la Biología de la Conservación). Para que una evaluación de impactos sea una herramienta de la planificación y del manejo de los recursos debe tenerse en cuenta cómo va a ser utilizada la información que se obtiene y quién la va a utilizar. Es preciso que la EIA se centre en aquellos impactos más importantes en la toma de decisiones, pensando en qué elementos causan los mayores problemas y qué factores o grupos humanos se ven más afectados

Para ello existe una secuencia de tres etapas (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987):

1. Revisión preliminar de los tipos de cambios que pueden producirse, y si hay actividades o ecosistemas sensibles en el área que puedan afectarse. Este procedimiento es una mezcla de hechos reales y de juicios de valor.
2. Selección de los impactos a investigar, independizando su identificación de los datos existentes o de la evaluación económica de su estudio. Es la autoridad decisoria la que al

final de esta fase debe valorar todos los parámetros y emprender en consecuencia la actividad correspondiente a la fase siguiente.

3. Establecer cuidadosamente los parámetros ambientales o los ecosistemas que deben investigarse más a fondo. De ser posible, deben emplearse parámetros estándares medioambientales, tratando de detectar y recoger los datos relevantes que puedan conducirnos a su cuantificación. Así, por ejemplo, en el caso del impacto de un puerto deportivo sobre los recursos pesqueros debe tratarse de establecer:

- la cantidad y características de los sedimentos o materias en suspensión aportados por las obras.
- la forma en que estos sedimentos se distribuirán y afectarán a los hábitats de las especies existentes.
- la sensibilidad de tales especies a dichos fenómenos sedimentológicos.

Según Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez (1987), este análisis debe ser realizado pensando siempre en:

- qué áreas se verán perjudicadas.
- qué mecanismos de reducción de los sedimentos conducirán a una reducción de esas áreas afectadas.
- cuál será el binomio costo/beneficio de tal reducción.

La cuantificación de impactos enfrenta al equipo con un dilema que se deriva de los siguientes factores conflictivos:

- El medio ambiente es un sistema muy complejo en el que es muy difícil llegar a conocer qué cambios y en qué forma le afectan. Los modelos matemáticos y físicos tridimensionales son, en el mejor de los casos, modestas representaciones, por lo que no debe cometerse el error de apreciarlos como soluciones, sobre todo teniendo en cuenta su elevado costo.
- Los recursos precisos para acometer la EIA son limitados y existe la tendencia a no invertir demasiado dinero en investigación ni demasiado tiempo en dilaciones para emprender proyectos.

Entonces se intenta utilizar herramientas simplificadoras que aparentemente resuelven estos dilemas pero que a veces conducen a estudios fútiles y sin suficiente valor, respecto a los cuales ha de mantenerse al menos un criterio realista sobre su efectividad. No existen pues ni reglas ni técnicas generales fiables que sean de común aplicación. En todo caso se podrían formular las siguientes reglas (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987):

- más vale intentar cuantificar, aunque sea parcialmente, que utilizar opiniones o reglas generales sin valor particular para el caso requerido.
- si se utiliza una opinión de especialista para predecir la extensión de un impacto, ésta debe darse en forma de secuencia, razonada con hipótesis, y acompañada de datos y conclusiones que permitan, incluso a la autoridad decisoria, alguna forma de cuantificación.

---

- **Instrumentación de la toma de decisiones**

Una vez cumplimentados los estudios anteriores resta por establecer un proceso de secuencias en el que se ha de imbricar la toma de decisiones de la autoridad decisoria. Para ello es necesario (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987):

- a) Proyecto de la obra a construir, en el que es preciso establecer la tecnología y los aspectos económicos y financieros.
- b) Área en la que ha de ser ejecutado, dentro de la cual habrá que tener en cuenta:
  - los ecosistemas presentes
  - la inserción paisajística en el entorno
  - los recursos y los usos
  - las alternativas d uso y sus implicaciones.
- c) La fase de construcción, su repercusión a corto plazo y las implicaciones económicas de la reducción de sus impactos.
- d) La fase de explotación y gestión permanente (considero que deben añadirse los impactos a largo plazo derivados de dicha explotación).

En el proceso de toma de decisiones habrá que tener en consideración (Enriquez-Agos y Berenguer-Pérez, 1987):

- a los participantes, que son tanto los promotores del proyecto (presuntos beneficiados) y los oponentes (presuntos perjudicados).
- los problemas e intereses con que ambos grupos pretenden influir en la autoridad decisoria, al presentar las diferentes alternativas como daños esperados o como beneficios ostensibles.
- las estrategias y enfoques precisos para fortalecer los argumentos decisorios.
- los procedimientos y métodos a aplicar para ayudar a la planificación y regular el control (información pública, comités, paneles, etc.).
- las interferencias que se producirán a lo largo del proceso en forma de cambios en la opinión pública, aparición o desaparición de apoyos y oposiciones, modificaciones de los plazos y variaciones en los presupuestos.

Escofet *et al.* (1993), citando a otros autores, recomienda no abusar de predicciones catastróficas, ni exagerar la categoría de área protegida, por la existencia de alguna especie de alto riesgo, ya que ello puede entorpecer innecesariamente la gestión de protección de la biodiversidad. Es igualmente importante recabar que cualquier actitud de alineamiento basado en la parcialidad, compromisos, e intereses personales en las discusiones decisorias pueden dar al traste con todo un complejo proceso bien diseñado y ejecutado, con consecuencias que a la larga pagan el país y la sociedad a causa de grandes pérdidas económicas y de valiosos recursos naturales. La ética es un principio insoslayable, crítico y desafortunadamente vulnerable.

## CAPÍTULO VI. CASOS DE ESTUDIO

## **VI.1 EL DESARROLLO DEL ENFOQUE GEOSISTÉMICO EN LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE REVITALIZACIÓN DE LA HABANA VIEJA.**

Eugenio E. Molinet de la Vega.

El enfoque geosistémico para la gestión territorial lleva ya casi tres décadas de existencia desde su exposición por Sochava en la antigua URSS y algo más de una de introducido en el país por el Departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía Tropical de la Academia de Ciencias de Cuba.

Su aplicación primera y única hasta la actual que se trata de aplicar en el municipio de La Habana Vieja fue realizada sobre un municipio, -Los Palacios-, mayormente rural, considerado como aquel que representaba las condiciones geográficas medias del país; proporción de tierras llanas y montañas, presencia de costas, sistema agroproductivo cañero, densidad y estructura demográfica promedio, etc.

En aquella ocasión (1983) demostró ser el enfoque dimensional de mayor representatividad holística que ninguno otro aplicado hasta entonces por integrar de manera superior a los anteriores tratamientos los tres subsistemas geográficos de la realidad; el subsistema naturaleza, el económico y el correspondiente a la población en los análisis espacio-temporal sistémicos del territorio. Esta última condición, la sistemicidad, es hoy en día muy buscada y siempre pregonada en todas las filosofías sobre el tratamiento urbanístico, sobre todo a la hora de ganar adeptos y validar proyectos y programas de acción ante la opinión pública. Sin embargo, en términos de realidades, el subsistema población es objeto de un tratamiento paternalista que le es imposible develar por sus limitaciones científicas, las verdaderas relaciones ecológicas que mantiene con los otros dos pertenecientes a la realidad territorial. En los mejores de los casos, con respecto a él, no ha podido rebasarse el plano de sujeto privilegiado en las políticas, estrategias y acciones proyectadas para el reordenamiento del territorio que ocupa y aún no ha llegado a ser actor consciente de su rol como elemento transformador de un entorno del que él es más parte que los expertos que lo reordenan.

De su primera aplicación metodológica cubana se recogieron del enfoque geosistémico dos importantes resultados referentes a las dificultades para su mejor aplicación. El primero fue referente al léxico y a la sintaxis terminológica empleada. En el ámbito nacional hasta el presente no había hecho otra cosa que adaptarse a lo que en términos de hábitat se generaba desde disciplinas vinculadas a aspectos de la realidad territorial, de modo destacado la arquitectura, el urbanismo, la sociología. En su primera formulación la teoría correspondiente al enfoque geosistémico en las investigaciones geográficas del medio ambiente de Cuba resultaba densa en su formulación defecto proveniente mayormente de las prisas en su desempaquetamiento de la traducción de las lenguas eslavas.

La segunda dificultad provino de la inconsecuencia que resultó la no utilización de instrumentos de aplicación de la acción comunitaria sobre la toma de decisiones territoriales fundamentados en la propia concepción geosistémica medioambiental, con lo cual se negaba su propio carácter sistémico. Quizás sea necesario aclarar ante un auditorio en el exterior del país que en las circunstancias cubanas esta incongruencia resalta por cuanto nos son inherentes la experiencia con organizaciones comunitarias desde hace más de tres décadas...

El territorio del Centro Histórico de la Habana Vieja presenta cualidades excepcionales para la utilización de la dimensión medioambiental exitosa tanto para el planeamiento geosistémico de la acción de revitalización dada en llamar integral así como para la ejecución del monitoreo consecuente de los pasos del plan y el de la conservación y aumento progresivo de la calidad de vida en este entorno de altísimos valores patrimoniales tangibles e intangibles.

Para ello, el Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología, CNCRM, propuso y dirigió dentro del seno de la entidad ad hoc de la Oficina del Historiador de la Ciudad y de la Agencia Española de Cooperación Internacional, el Plan Maestro, -del cual forma parte como institución colaboradora-, un taller sobre el enfoque geosistémico en las políticas medioambientales sobre las cuales se consensuaron las siguientes principios como propuestas a seguir:

- **Política ambiental en la habana vieja y su entorno**

EL GEOSISTEMA HABANA VIEJA. Concebir el área de estudio del Plan Maestro como un geosistema (unidad espacio-temporal) de formación histórica donde se producen complejos procesos interactivos de impacto-cambio-consecuencia dentro del sistema integrado por la naturaleza, la economía, y la población.

EL SIG Y EL MONITOREO. Incluir dentro del proyecto de Sistema de Información Geográfica (S.I.G.) la concepción geosistémica adecuada que permita el seguimiento de los indicadores económicos, sociales y naturales del territorio como instrumento que garantice el funcionamiento previsto del geosistema.

LA PARTICIPACIÓN COLECTIVA. Incorporar un modelo de gestión participativa buscando la dinamización social y económica y cultural de las personas que viven en el territorio.

INVERSIONES Y BENEFICIOS. Propiciar que las inversiones propuestas y los beneficios obtenidos sean repartidos en el mejoramiento de los subsistemas mas desfavorecidos de acuerdo a los resultados del monitoreo de la calidad de vida.

LA INTERPRETACIÓN AMBIENTAL. Implementar un sistema de interpretación ambiental basado en la participación de la comunidad.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS. Establecer la obligatoriedad de la evaluación medioambiental de todo tipo de proyecto constructivo y programas sociales y de desarrollo económico atendiendo, tanto a la evaluación y corrección de los valores de impacto, como a las premisas de la cultura ecológica.

INVESTIGACIÓN DE INDICADORES. Priorizar las investigaciones con vistas a la determinación de indicadores y a su vigencia. (Obtención y actualización de límites de carga, de impacto, de factores de estrés, de carga ecológica, de estabilidad ecológica, otros)

DIVERSIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Desarrollar ampliamente la infraestructura ecológica urbana como el conjunto de instalaciones, establecimientos, instituciones y programas propios cuyo objeto es la preparación y aseguramiento optimado del conjunto, bajo los principios de DIVERSIDAD Y CALIDAD.

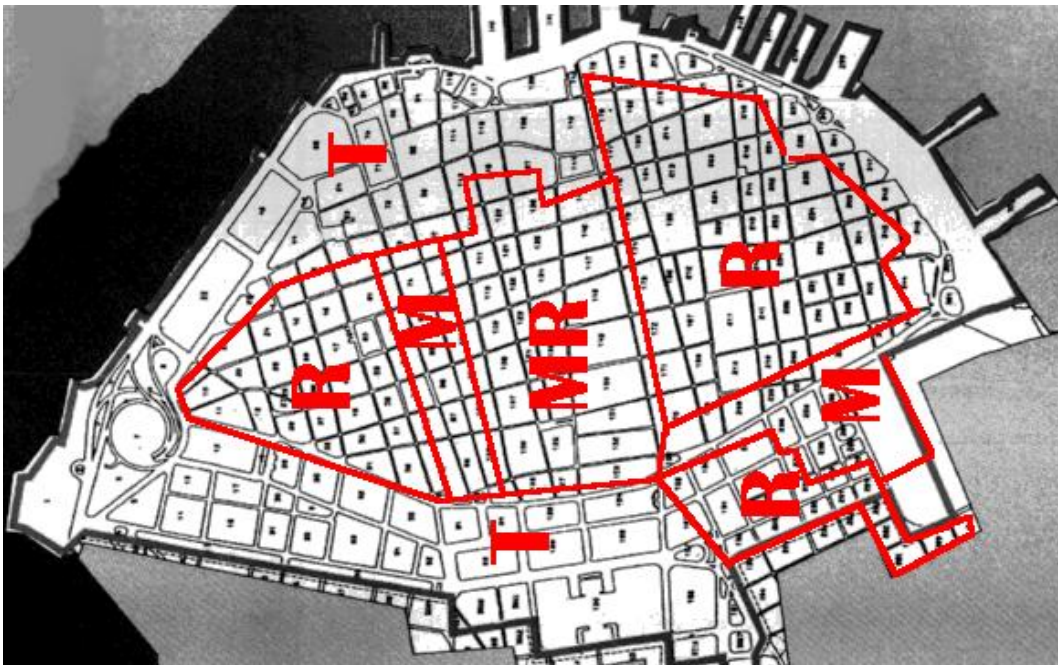
Tanto la certeza, como la idoneidad de estos objetivos se vieron avaladas en la adopción de la totalidad de los mismos en similar elaboración de propuestas que tuvieron lugar en otros talleres

posteriores al citado desarrollados en el mismo escenario y, en esta ocasión referente a los principios generales de la acción misma del Plan de Revitalización Integral de La Habana Vieja. Como puede verse a continuación las negritas reflejan la impronta que el enfoque ambientalista sistémico configuro en las propuestas que junto a otras que responden a otros contenidos de la estructura grupal adoptada por el Plan están a la espera de su aprobación definitiva.

Ello también constituye el mejor elemento de reflexión de la globalidad necesaria con respecto al planeamiento y gestión medioambiental. Dicho en otras palabras la dimensión medioambiental en esta etapa será mejor abordada empleándola como un punto de vista o enfoque de todos los grupos antes que elaborarla desde un grupo específico como tal.

Con respecto a las garantías de que la incorporación de los subsistemas población, economía y medio físico construido (quien sustituye al medio natural) resulta real y no subjetiva se plantean las siguientes previsiones:

La acción del plan y de monitoreo del mismo se basa sobre la delimitación de unidades geosistémicas ambientales (geozonas, geofacies, geotopos) que son unidades espaciales del medio ambiente en las cuales es posible esperar igual respuesta ante igualdad de influencias socioeconómicas en igualdad de condiciones.



En la figura se muestra como ejemplo la subdivisión del territorio en geozonas (la unidad taxonómica superior que atendería a la expresión espacial funcional deseada o reordenada si se utiliza la propuesta del arquitecto español Fernando Pulín. La misma puede subdividirse en geofacies y geotopos atendiendo a indicadores de tipificación de paisajes urbanos de intensidad de uso de suelo y de morfología respectivamente. (No se incluyen en el esquema por las limitaciones de la escala de presentación).

2.. El monitoreo medioambientales es realizado a partir de modelos de calidad de vida que recogen en sus previsiones las variables mínimas indispensables donde acomodar a los

indicadores y campos de información que se quiera agregar con vistas a lograr el nivel de integralidad que se quiera.

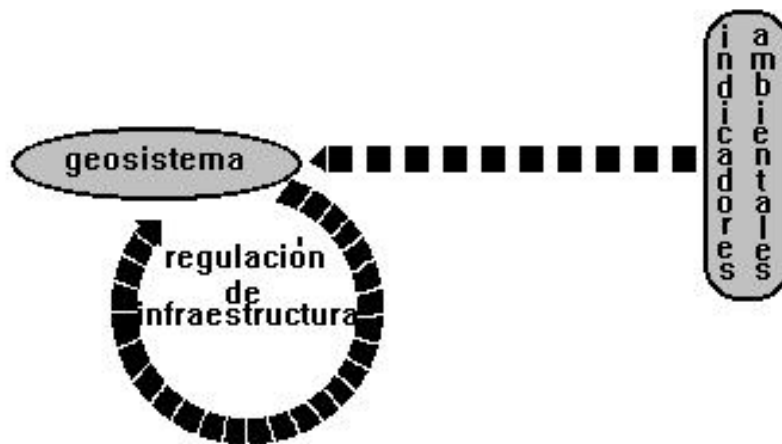
<u>Factores</u>	<u>VARIABLES</u>
Factor de impacto fisiológico	Alimentación y nutrición
	Salud
	Sanidad ambiental
Impacto psico - fisiológico	Vivienda
	Estética ambiental
	Posibilidades de descanso y recreación
Factor de desarrollo cultural para la participación del individuo en la comunidad	Posibilidades de desarrollo de aptitudes y capacidades Posibilidad de participación efectiva en la comunidad Posibilidad de trabajo adecuado a las aptitudes del hombre
Factor de condicionamiento social	Condicionamiento psicológico derivado de las relaciones humanas
	Condicionamiento psicológico derivado del grado de seguridad individual y colectiva
Factor de dependencia ecológica	Equilibrio y productividad de l geosistema Estabilidad ecológico ambiental
	Uso apropiado de los recursos territoriales

3. El monitoreo se realiza debe realizarse desde entidades de intervención comunitaria adscritas al Museo de la Ciudad que están concebidas no sólo como lugares de recogimiento o distracción o conocimiento (según enfoques ortodoxos de la museología tradicional) sino como un sistema interventor y ordenador del territorio a distintos niveles, cumpliendo una función de mediador entre el patrimonio y la colectividad evolucionando estructuralmente hacia centros dinámicos de estudio, con infraestructuras complejas, con medios técnicos avanzados y generadores de opinión y absolutamente implicados en el desarrollo cultural y social de la colectividad.

4. El sistema de información geográfica funciona como el instrumento principal del mecanismo regulador del territorio siendo diseñado bajo un proyecto que recoge la capitación sistémica y sistemática de los indicadores medioambientales por entidades oficiales en unión de la población, los cuales son aplicados en los análisis espacio-temporales que les evalúan de acuerdo a los umbrales y límites de carga permisibles estipulados por contener el stress ecológico sobre los bienes y las personas (el geosistema) a modo de sistema de vigilancia.



## PRINCIPIOS DEL MONITOREO EN LA HABANA VIEJA



Las salidas de este que denoten sobrepaso de los marcos de conservación de la calidad y el confort estipulados conducen a las propuestas de variaciones de número y tipo en la red de infraestructura económica y social del territorio (escuelas, policlínicas, empleos, servicios, etc.) Las mismas constituyen el esqueleto de estabilidad ecológica del geosistema antrópico y constituyen la equivalencia de los mecanismo de autorregulación espontanea que se verifica en los sistemas naturales.

En este momento el Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología como institución colaboradora del Plan Maestro adscrito a la Oficina del Historiador de la Ciudad elabora, en unión de la Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana, el Dpto. de Medio Ambiente del Instituto de Geografía Tropical del Ministerio de Ciencia, Técnica y Medio Ambiente y el Instituto de Higiene y Epidemiología, los siguientes trabajos necesarios a la aplicación de la dimensión medioambiental del territorio:

Tipificación de los paisajes urbanos del Centro Histórico La Habana Vieja con fines geoecológicos.

Mapa de factores estresantes del Centro Histórico.

Sistema de Información Geográfica para la gestión medioambiental en centros históricos urbanos.

Proyecto del subsistema de red de observación microclimatológica y de contaminación ambiental del Centro Histórico La Habana Vieja.

Finalmente nos resta señalar que el dispositivo presentado no solo constituye un avance de las posiciones ambientalistas por las organizaciones comunitarias de cualquier coordenadas geográficas las que en muchas ocasiones se ven obligadas a mantener una posición de enfrentamiento con el sector inversionista sino que al menos en las circunstancias en que se realiza el reordenamiento del territorio de la Habana Vieja este tipo de manejo de la dimensión medioambiental constituiría de poderse llevar a cabo la principal garantía de la custodia y conservación de los valores en que se sustentan todas las inversiones realizadas en la infraestructura turística: la conservación integral del patrimonio. A nuestro juicio es este otro de

los legados que nuestro territorio podrá acreditar en el listado de valores que motivaron su reconocimiento en el Listado Mundial del Patrimonio de la Humanidad Conservado.

## **VI.2. EL PATRIMONIO CULTURAL DE TRINIDAD Y SU VALLE DE LOS INGENIOS: UNA PROPUESTA DE TURISMO RURAL.**

Lic. Eugenio Molinet de la Vega, Dra. Sonia Montiel Rodríguez y Lic. Arnoldo Oliveros Blet.

La ciudad de Trinidad y el Valle de los Ingenios están situados en la región central de la Isla de Cuba en la provincia Sancti Spíritus; este conjunto patrimonial fue incluido en 1988 en Brasilia, en el LISTADO MUNDIAL DEL PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD, por constituir un eminente binomio de inserción del hombre en la naturaleza circundante, sin detrimento de la armonía entre los mismos y a partir de esta fecha, ha constituido un objetivo priorizado por la UNESCO en Cuba.

La historia de la ciudad de Trinidad, una de las primeras villas fundadas por Diego Velázquez en 1514, ha estado asociada al beneficio del oro de los ríos y al cultivo de las vegas de tabaco y al ganado y es a la vez la historia de su valle, llamado "de los Ingenios", por el gran número de ellos, que producían azúcares y mieles en las fértiles tierras bañadas por los ríos Ay, Agabama y Caracusey en sus recorridos de las sierras hasta el Mar Caribe.

Históricamente la región fue foco de innovaciones tecnológicas para fomentar su desarrollo económico. Tuvo un temprano ferrocarril, igualmente tempranos sistemas de riego y en ella se introdujeron novedosas tecnologías para la fabricación de azúcar y se alcanzaron récords mundiales de producción en los siglos XVIII y XIX.

Hoy en día, se continúan elaborando proyectos para su desarrollo económico así como para su desarrollo social, por lo tanto, la categoría patrimonial mundial que ostenta, exige que los proyectos además de cumplir los requisitos comunes a la gestión ambiental sostenible, mantengan el más alto grado de conservación de aquellos elementos que le valieron ser nombrado patrimonio cultural de la humanidad; en esencia se trata de seguir conservando el equilibrio de inserción de la sociedad en el medio que fue formándose a lo largo de la historia. Es precisamente en este marco donde estamos comenzando a desarrollar un proyecto amplio proponiendo el desarrollo del Turismo Rural en el marco de un conjunto de condiciones naturales y culturales excepcionales donde no se aprovechan suficientemente sus potencialidades.

El desarrollo turístico se ha producido fundamentalmente en la ciudad de Trinidad y ha comenzado a introducirse muy recientemente en el Valle de los Ingenios; donde el paisaje tiene importantes valores naturales y culturales en el campo de lo cognoscitivo, lo estético y lo recreativo; en el Valle se encuentran concentrados diferentes elementos paisajísticos tanto orográficos e hidrográficos como son las montañas, los valles, las colinas, las sabanas, que contrastan con seculares sistemas agroproductivos típicos cubanos, la caña de azúcar, el café y la ganadería. Todo esto en conjunción propicia que el binomio Trinidad-Valle de los Ingenios constituyan el territorio ideal para desarrollar un turismo en diversas variantes, aprovechando el componente natural, el turismo tradicional y hasta las nuevas modalidades de interpretación ambiental, talleres de la naturaleza y el Turismo Rural.

Por otro lado, son conocidas las afectaciones que sufren los territorios del LISTADO MUNDIAL DEL PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD que se encuentran en lugares del mundo subdesarrollado y que presentan la amenaza constante de la desaparición de los testimonios culturales de identidad como mal adicional a la calamidad económica. En Trinidad, pero sobre

todo en el Valle de los Ingenios, paulatinamente se borran los atributos de armonía estética y funcional entre el hombre y la naturaleza, lo que puede significar la pérdida de las partes más importantes de los valores que contiene este territorio.

Ante esta realidad, se han realizado grandes inversiones para rehabilitar elementos de valor arquitectónico y arqueológico y sobre esta base se ha creado un cuerpo de regulaciones con vistas a atenuar el impacto del desarrollo económico y social sobre la ciudad de Trinidad y el Valle de los Ingenios. Sin embargo se hace cada vez más necesario establecer además un sistema de manejo y conservación, que dé cabida al seguimiento de todas las variables de la calidad ambiental a la vez que garantice la posibilidad de mantener vigente los elementos de su identidad.

La propuesta de Turismo Rural que hemos comenzado se enmarca dentro del contexto de la protección ambiental y el patrimonio y se basa en las inversiones que se realizan en esta región y en Cuba para el desarrollo del turismo nacional e internacional, tratando de rescatar el desarrollo en los espacios rurales.

El objetivo principal del proyecto es desarrollar el Turismo Rural creando un sistema de protección de Trinidad y su Valle de los Ingenios. En este sentido se integraron las diferentes investigaciones que se han realizado en torno al reordenamiento de los recursos y su utilización, el seguimiento o monitoreo de los bioindicadores así como el estudio de los recursos patrimoniales involucrados.

Para desarrollar el proyecto se está formando un equipo de trabajo compuesto por la Comisión de Manejo Ambiental de Trinidad y el Gabinete de Conservación del Valle de los Ingenios, ambas servirán de sede a los sistemas de protección, información e interpretación territorial.

Paralelamente se tratará de establecer en las poblaciones locales, una cultura ecológica y una activa participación en la protección de los recursos naturales, así como en las diferentes formas de Turismo Rural que se pretende desarrollar, tratando de propiciar el desarrollo sustentable de todo el conjunto.

El presente trabajo consta de las siguientes partes:

- Bosquejo histórico
- Caracterización de la población y la actividad económica y social
- Inventario de los recursos naturales y de los valores patrimoniales
- Instrumentos de aplicación:
  - Monitoreo de la calidad ambiental
  - Comisión de Manejo Ambiental
  - Propuesta de Turismo Rural.

- **Bosquejo historico del valle de los ingenios**

La historia de la ciudad de Trinidad fundada en 1514 por Diego Velázquez ha estado asociada al beneficio del oro de los ríos y al cultivo de las vegas de tabaco y ganado y es a la vez la de su Valle llamado de "los ingenios", por el gran número de ellos que existieron en la zona

Iniciado el negocio azucarero en la zona, con la llegada de emigrantes españoles procedentes de Jamaica en el año de 1655, fueron desplazados, vegas y ganado, en pro de la colonización cañera, librándose a lo largo del siglo XVII la batalla azúcar versus tabaco, donde el azúcar salió triunfadora de tal modo que a finales del siglo estaban desmontadas y sembradas de caña la mitad de todas las tierras del valle apropiadas para su cultivo y, el número de ingenios ascendía a treinta y dos en 1795.

Vocación azucarera cuya producción en continuo ascenso se hizo pronto manifiesta en la extensión y mejoría de la calidad urbana de la ciudad trinitaria cuya importancia económica fue reconocida al ser nombrada Tenencia de Gobierno en 1797 con jurisdicción política y militar sobre el territorio central de Cuba.

Pero como la riqueza llevaba aparejada una mayor explotación del esclavo, ya por los años 1792 y 1793 se habían producido sublevaciones de importancia en el Valle, y en 1798 se descubría una revuelta donde estaban esclavos de los mejores ingenios de la zona; Magüa, Buenavista, Manaca-Iznaga, Manaca Armenteros, Aracas y Delicias.

La hora del gran boom azucarero se iniciaría con el nuevo siglo beneficiado por una serie de circunstancias nacionales e internacionales. Hacia 1800 la ocupación del territorio por el azúcar continuaría hacia el este, en dirección a San Blas de Palmarejo y Caracusey en una zona donde ya existía el Güaimaro y probablemente Palmarito para mas tarde continuar la ocupación iniciada durante la segunda mitad del siglo XVIII hacia el norte por las tierras de Güinia de Soto y el San Francisco.

La fundación y explotación de los ingenios azucareros, que fueron inicialmente trapiches para moler cañas destinadas a la producción de miel, raspadura y, quizás, algún azúcar muy ordinaria para uso domestico, fueron convertidas pronto en modestas instalaciones trabajadas por una pequeña dotación de esclavos que producían mieles y azúcar para el intercambio comercial con otras colonias. Las dotaciones de escaso número fueron paulatinamente incrementadas y sustituidas por otras tan numerosas como las de los ingenios Güaimaro, Palmarito, San Alejo de Manacas que llegaron a sobrepasar los 300 y 400 esclavos

A partir de 1820, y por unos 30 años, los trapiches e ingenios fueron variando de dueños a través de casamientos y alianzas y se consolidaron las fortunas locales con el aumento de la colonización azucarera del Valle que en 1827 tenía 56 fabricas que producían 641 600@ de azúcar. La tecnología en el Valle se adelanta a la de otras regiones de su época, por ejemplo, las dos fabricas mayores del país en 1828, eran el mencionado Güaimaro de José Boreal, y el Jesús Nazareno de Buenavista de Pedro Malibrán. Este ultimo utilizaba el bagazo como combustible y producía azúcar blanca de buena calidad. El Güaimaro por su parte, alcanzo en 1827 su mayor zafra azucarera: 82 000 @ de azúcar mascada y prensada, considerada la cifra mas alta del mundo, en esa época. Al compás de las altas producciones se remozaba la ciudad y se construían sus palacios más notables, mientras que en el Valle las casas de las haciendas se transformaban en suntuosas villas. Todas símbolo de una clase -la sacarocracia- y del auge económico y cultural de su época.

El avance y ocupación por las distintas cuencas del Táyaba o Santa Rosa, la nombrada como San Luis, las tierras aluviales del Agabama y, tardíamente, de la llanura costanera sur de suelos menos fértiles, se produjo siguiendo las corrientes fluviales, formó al decir de la investigadora

Teresita Angelbello un sistema hidrológico-industrial-vial reconocible hoy, no solo a través de los abundantes y aun poco conocidos fondos documentales, sino también en la red de caminos y terraplenes que todavía unen los antiguos ingenios, ya sean ruinas aisladas -habitadas o no- sitios perdidos en malezas o arboledas, lugares poblados o centros de asentamientos rurales en vías de desarrollo. Del sistema hidrológico del Valle de los Ingenios, utilizado como regadío para los cañaverales, como fuerza motriz para sus calderas, y, para la navegación fluvial, existen, además de las propias informaciones obtenidas en documentos de la época, testimonios arqueológicos que van siendo descubiertos a medida que se avanza en la investigación histórica y arqueológica del Valle.

En 1846 fue la apoteosis con la mayor cifra de la historia azucarera de Trinidad; 669, 192 @ de azúcar, más de 37 000 @ de mascabado y raspadura y 11, 728 bocoyes de miel. El Valle estaba ocupado en sus dos terceras partes con un total de 10 ingenios movidos por fuerza motriz de vapor y 32 trapiches, según los datos del censo de ese año y cuya mayor parte ya existía en 1830. Años que conocieron del embellecimiento de la ciudad: Numerosas obras publicas y de ornato, edificios representativos del Gobierno Español, alumbrado de gas, parques y paseos; empedrado de calles y otras medidas en provecho de los servicios urbanos, todo sufragado con la propia riqueza azucarera.

Trinidad fue una ciudad que recibió todo lo que se producía, ciudad de lujos y de la miseria esclava. De grandes contrastes mas aún lo fue su valle, donde se daban los dos extremos, desde los palacetes neoclásicos y las decoraciones murales italianas hasta el hacinamiento de los barracones de los esclavos. La contradicción pareció estallar con el agotamiento de los suelos que después de dos siglos de ininterrumpida explotación basada fundamentalmente en el desmonte de tierras frescas para roturar, toco su fin, dada la configuración cerrada del valle tanto desde el punto de vista orográfico, como de la calidad de los suelos de la costanera Sur.

Con la gesta libertadora de 1868 ahondaría aún mas la crisis. La tea incendiaria destruyó ingenios y fincas que servían de base a las fuerzas españolas. Al termino de la guerra quedaron solo 16 ingenios y el desarrollo de varios puertos cercanos competía con ventaja con las exportaciones de Trinidad. Los ingenios, fielmente plasmados en grabados de la época comenzaron a desaparecer. En 1889, sólo ocho quedaban en pie y los precios del azúcar eran bajísimos. Con la muerte del siglo se iniciaría otra etapa: el proceso de concentración industrial que terminaría por convertirlos en colonias de un solo central azucarero, de los primeros fundados por el consorcio norteamericano del azúcar en Cuba.

Hoy el antiguo Valle de los Ingenios se aprecia como memorias de un orden social desaparecido y como valioso testimonio del origen y desarrollo de la industria azucarera cubana. La faena histórica de mas de tres siglos no solo fue transformando el paisaje sino que dejo un saldo de 73 sitios arqueológicos y ruinas arquitectónicas con ejemplares de nuestra arquitectura vernácula e industrial. El abandono pseudorrepublicano penetró en las grandes residencias de las plantaciones haciéndolas quedar a merced del olvido y del deterioro. El visitante que penetra en algunos de estos parajes como la casa del ingenio San Isidro de los Destiladeros, casi perdido en la vegetación tropical, experimenta de súbito el sentido de lo real maravilloso latinoamericano descrito por novelistas como Alejo Carpentier o Gabriel García Márquez ante las huellas de una arquitectura una vez poderosa, indefensa frente al voraz avance del tiempo. Los viejos campanarios, entre los que se destaca la torre del ingenio

Manaca-Iznaga emergen de los campos como llamados de un rico patrimonio que clama por su rehabilitación.

- **Caracterización de la población y su actividad económica y social**

En primer lugar, debemos decir que la Ciudad de Trinidad, parece ser una ciudad cuyo desarrollo se detuvo a mediados del siglo XIX, sumida en la profunda crisis de este período; quizás gracias a esto es que se conserva intacta en la actualidad.

Hoy en día, Trinidad es un núcleo urbano pequeño que no llega a los 37 mil personas, las que tienen como ocupación habitual los diferentes servicios que se desarrollan en la ciudad; y en donde el turismo ha comenzado a irrumpir en los últimos años aceleradamente.

Las familias trinitarias han transmitido de generación en generación, sus tradiciones, sus casas, sus muebles y son muy amantes de sus costumbres y tradiciones lo que explica en gran medida la conservación de la Villa de Trinidad.

En el Valle de los Ingenios, la situación es diferente, con un poco más de 16 mil habitantes, que se encuentran distribuidos en 14 localidades o asentamientos poblacionales, que oscilan entre 3 mil y los 300 habitantes, el patrimonio cultural ha estado menos cuidado y por lo tanto menos conservado, aunque pueden observarse huellas muy importantes en las localidades de Manaca-Iznaga y Meyer, por solo mencionar algunas de ellos.

Tanto en el Valle como en Trinidad existen problemas actuales que afectan la vida de la población, uno de ellos es la situación existente con los empleos, ya que prácticamente no existen fuentes de empleo y solo el 54% de la población apta para el trabajo, es la que lo hace. Aún peor es la situación de las mujeres, para las cuales no existe empleo, en el propio Valle, hay déficit de fuerza de trabajo en algunas actividades agrícolas en la zona de montaña, pero la población no desea realizar este tipo de actividad, casi siempre muy dura y con muy poco salario, como es la atención forestal y el café.

En general, el desarrollo económico y social del Valle de los Ingenios, en su conjunto, es muy bajo, y esto se agudiza en la situación actual y contrasta con el gran potencial de recursos que tiene toda la zona. La economía sigue descansando en la actividad azucarera, existiendo un único central el F.N.T.A., y dos o tres fábricas, como son una pequeña fábrica de pulpa de papel y algunos tejares. El turismo ha comenzado a desarrollarse; en la zonas costeras se han construido dos hoteles, el Ancón y el Costa Sur en la península de Ancón y el Motel Las Cuevas en la periferia de la Ciudad de Trinidad. Esto es prácticamente todo lo que existe en la zona y nos muestra la poca diversificación de la economía en la misma.

La red técnica existente esta compuesta por una carretera que enlaza a Trinidad con las ciudades de Cienfuegos y Sancti Spíritus, la que atraviesa el Valle, uniendo todos los pequeños pueblos dentro del mismo. También existe un ramal ferroviario que los enlaza. Las otras vías existentes son caminos o pequeñas carreteras.

Las tierras del Valle pertenecen en un 70% a la Empresa Estatal del Central F.N.T.A., dentro del Valle se encuentran dos cooperativas de producción agropecuaria vinculadas al cultivo de la caña de azúcar. En el Valle viven muy pocos campesinos que posean tierras y el área que ocupan es de alrededor del 5% del total del Valle.

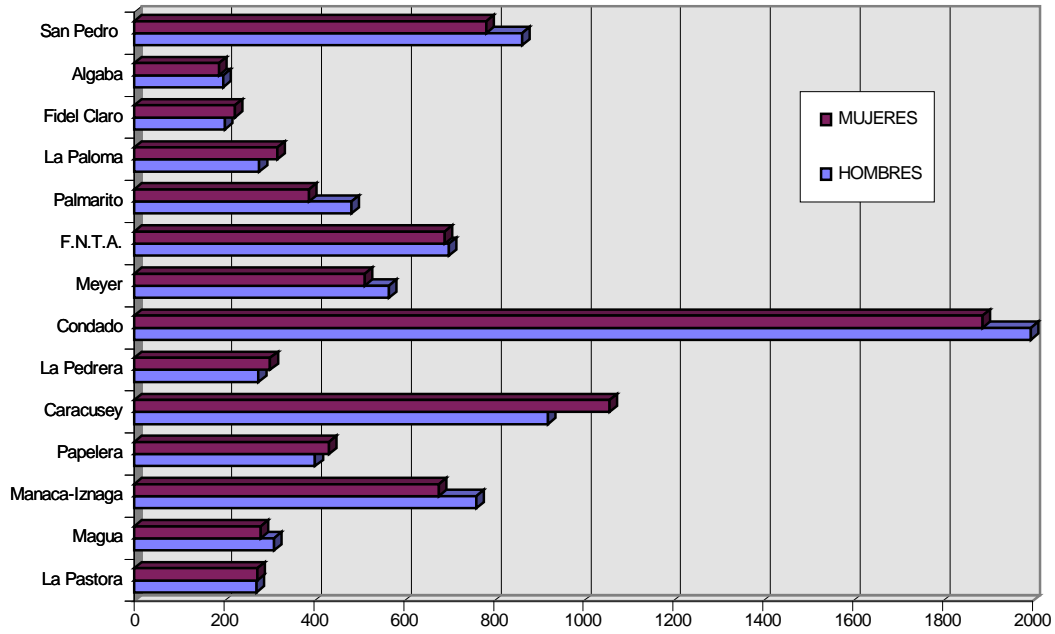
ASENTAMIENTO	HABITANTES	HOMBRES	MUJERES
La Pastora	546	272	274
Magua	594	312	282
Manaca-Iznaga	1440	762	678
Papelera	836	403	434
Caracusey	1990	921	1059
La Pedrera	580	277	303
Condado	3886	1997	1889
Meyer	1021	567	514
F.N.T.A.	1393	701	692
Palmarito	874	484	390
La Paloma	598	279	319
Fidel Claro	427	202	225
Algaba	388	199	189
San Pedro	1647	863	784
	16220	8239	8032

ASENTAMIENTO	CONFIGURACION DEL ASENTAMIENTO	VIVIENDAS			
			BIEN	REGULAR	MAL
La Pastora	disperso	142	10	33	99
Magua	disperso	112	15	17	80
Manaca-Iznaga	concentrado	461	93	242	126
Papelera	concentrado	154	84	70	
Caracusey	concentrado	407	24	323	60
La Pedrera	lineal	117	34	32	51
Condado	concentrado	664	99	246	319
Meyer	concentrado	309	99	179	31
F.N.T.A.	concentrado	396	71	285	40
Palmarito	concentrado	218	33	49	136
La Paloma	lineal	131	4	60	67
Fidel Claro	lineal	91	4	24	63
Algaba	disperso	101	2	46	53
San Pedro	concentrado	466	111	206	149
		3769	683	1812	1274

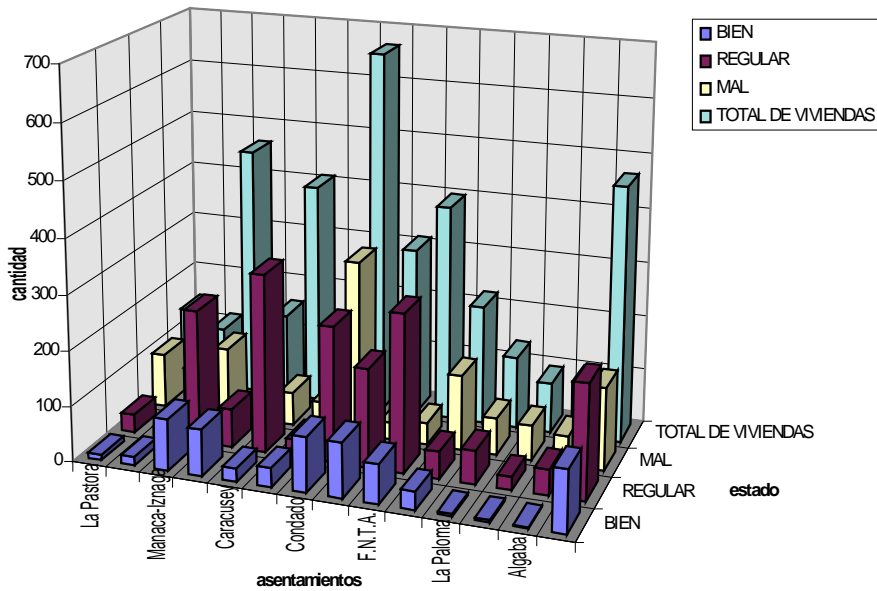
Fuente: D.P.P.F. Sancti-Spíritus, 1994.



Estructura por sexos de la Población en el Valle de los Ingenios



Estado de la vivienda en los asentamientos del Valle de los Ingenios.



**INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS EN LOS ASENTAMIENTOS**

Asentamiento	Servicios basicos	Red tec. existente	
La Pastora	escuela primaria	acueducto	r
	comercio	electricidad	r
	servicios médicos		
	recreación		
Magua	escuela primaria	electricidad	r
	comercio		
	servicios médicos asistenciales		
Manaca-Iznaga	escuela primaria	electricidad	m
	instalaciones deportivas		
	comercio		
	servicios de comunicaciones		
	gastronomía		
	servicios otros		
Papelera	escuela primaria	acueducto	b
	instalaciones deportivas	electricidad	b
	comercio		
	recreación		
	otros		
Caracusey	escuela primaria	acueducto	b
	instalaciones deportivas	electricidad	b
	comercio		
	servicios médicos		
	recreación otros		
La Pedrera	escuela primaria	acueducto	m
	instalaciones deportivas	electricidad	
	comercio		
	servicios médicos		
	recreación otros		
Condado	escuela primaria	acueducto	m
	instalaciones deportivas	electricidad	
	comercio		
	servicios médicos		
	gastronomía		
	servicios comunales		
	recreación otros		
Meyer	escuela primaria	acueducto	m
	instalaciones deportivas	electricidad	

	comercio		
	servicios médicos		
	recreación		
	servicios comunales		
	otros		
F.N.T.A.	escuela primaria	acueducto	m
	instalaciones deportivas	electricidad	
	servicios médicos		
	servicios comunales		
	recreación		
	comercio		
	otros		
Palmarito	escuela primaria	electricidad	m
	instalaciones deportivas		
	comercio		
	servicios médicos		
	otros		
La Paloma	escuela primaria	electricidad	b
	comercio		
	servicios médicos		
	otros		
Fidel Claro	escuela primaria	electricidad	b
	instalación deportiva		
	otros		
Algaba	escuela primaria	electricidad	m
	comercio		
	servicio médico		
	recreación		
San Pedro	escuela primaria	electricidad	m
	instalación deportiva		

- **Inventario de los Recursos Naturales y de los Valores Patrimoniales**

Como parte del proyecto de investigación que se ejecuta en Trinidad y el Valle de los Ingenios se ha realizado un inventario detallado de los recursos naturales existentes en el territorio tratando de establecer su localización detallada, su utilización actual y las afectaciones que presentan los diferentes valores naturales.

El resultado de este inventario de una forma resumida aparece reflejado en la siguiente tabla:

TABLA DE VALORES NATURALES DEL VALLE DE LOS INGENIOS Y SU ENTORNO				
VALORES NATURALES Y PAISAJÍSTICOS	EXONENTES	UTILIZACIÓN	LOCALIZACIÓN	AFECCIONES
Miradores y puntos de interés visual	Serranía de Aracac: lomas La Vigía, El Puerto, El Amparo, Pan Redondo, Buena Vista, Marin.	Turística, Docente	valle	maleza, incendios forestales erosión
	Estribaciones de San Juan de Letrán	Turística Docente Económica	valle entorno	idem
	Estribaciones de Santa Rita	Turística	valle	idem
	Inflexiones de la llanura denudativa	turística económica	valle	maleza
	Paso de Bijabo	turística	valle	maleza
Flora y Fauna	Bosque semicaducifolio de Sn. Juan de Letrán	científico docente económico	valle entorno	erosión deforestación incendios
	Bosque semicaducifolio Serranía de Aracac	científico docente	valle	idem
	23 especies endémicas vegetales	científico docente	valle entorno	idem
	3 especies endémicas de moluscos	científico docente	valle entorno	perdida de hábitat
	Lista ornitológica de 64 especies	científico docente turístico cinegético	valle entorno	perdida de hábitat
Cuevas	Residuarios fosilífero-espeleológicos	científico docente	valle	-

	Cueva de Mango Rubio	turístico	entorno	
	Cueva del Veterano	turístico	entorno	
	Cueva de los Masones	científico turismo restr.	valle	
	Cueva del Jagüey	turístico	valle	vertedero
	Cueva del Chivo	científico	entorno	
	Cueva de los Majáes	científico turismo restr.	entorno	
	Cueva maravillosa	turístico	valle	
Ríos, fuentes, embalses, lagos	río Agabama	económica turística deportiva	valle entorno	contaminación
	Río de Ay	turístico	valle	crecidas
	río Unimazo	turístico económico	valle entorno	idem
	río Caballero	turístico	valle	idem
	río Táyaba	turístico	valle	idem
	fuelle El Güije (cloruro-sódica, sulfurada, ligeramente alcalina)	turismo turismo de salud económica	valle 226.8 616.2	sedimentación
	fuelle de Magua(sulfurada)	turístico	valle	
	fuelle Ma'Dolores (Magua arriba)	turístico	valle 226.1 611.1	
	fuelle La Cangreja(Sn Juan de Letrán)	turístico	valle 228.7 605.9	
	embalse Caballero	económico turístico	valle	
	embalse Vicuña (proyecto)	económico turístico	valle	
	embalse La Rosa (proyecto)	económico turístico	valle	
	embalse Agabama (proyecto)	económico turístico	valle	fuerte transformación tecnógena del paisaje
	embalse Higüanojo	económico turístico	entorno	
	laguna El Taje	económico turístico	entorno	contaminación
	laguna Angostura	económico científico turístico deportivo	entorno	contaminación

	laguna El Oro	económico	entorno	contaminación
Suelos y Geología (localidades-tipo, santuarios)	Suelos: Palmarito, Trinidad, Agabama, Caracusey. Form. Estrat.: Meyer, Condado, Las Cuevas	docente científico	valle	maleza
Playas, Cayos y fondos marinos	playa Ancón	turístico	entorno	constr. en la duna
	p. María Aguilar	turístico deportivo científico	entorno	contaminación
	p. La Boca	turístico deportivo científico	entorno	
	p. Fajardo (río Cañas)	turístico	entorno	
	p. Guanayara	turístico	entorno	
	caleta Guanayara	turístico	entorno	
	p. Cabagán	turístico	entorno	
	cayo Blanco	turístico deportivo científico	entorno	
Áreas Protegidas y Cotos	Pico Potrerillo	científico	entorno	
	La Javira	científico docente	entorno	vertimiento de residual
	La Chorrera (arenera Casilda)	científico docente	entorno	explotación industrial
	María Aguilar	científico docente	entorno	
	Punta Ancón	científico docente turismo restr.	entorno	
	El Barral-Delta Manatí	turístico deportivo	entorno	contaminación

La segunda etapa del inventario trató de valorar los diferentes exponentes arquitectónicos y arqueológicos, tratando de caracterizarlos como unidades arquitectónicas y arqueológicas, así como su posible uso y las afectaciones que presentan.

Una tabla resumen aparece reflejada a continuación:

ANÁLISIS DE EXPONENTES ARQUITECTONICOS Y ARQUEOLOGICOS					
Exponente	Ubica-cion	Unidad	Unidad	Afectaciones	Uso general

	en un conjunto urbano	arquitectónica	arqueológica		propuesto
MANACA-IZNAGA torre, casa vivienda, barracón, almacén, herrería, enfermería, pozo, alberca, cementerio				Sector fabril desaparecido, fallas y modificaciones espaciales en la casa, vegetación parásita, construcciones incompletas y en mal estado	socio-cultural servicios turísticos y salud
SAN ISIDRO DE LOS DESTILADORES torre, casa-vivienda, represa, instalación, fabril				sector fabril incompleto, malezas, fallas estructurales	Museo arqueológico del Valle Taller de Interpretación
GUAIMARO casa-vivienda, almacén, instalaciones fabriles, pozo, alberca, cementerio				fabricas en ruinas, malezas, fallas estructurales, vegetación parásita	Museo del Valle Servicios turísticos
BUENAVISTA casa-vivienda, cocina, pozo				malezas, fallas estructurales, vegetación parásita	Servicios gastronómicos turísticos
MAGUA casa-vivienda, instalación no identificada				fallas estructurales, ruinas, vegetación parásita	Socio-cultural exponente museístico
ALGABA casa-vivienda, almacén, mayordomía, cocina, enfermería, fabriles				ruinas, nuevas construcciones inarmónicas, añadidos, malezas	turístico (hospedaje) y cultural
SABANILLA edificación no identificada, represa				añadidos, ruinas, vegetación parásita	mirador servicio gastronómico
MAYAGUARA construcciones domesticas, instalaciones fabriles, cementerio				fallas estructurales, vegetación intrusa	base de turismo deportivo
DELICIAS casa-vivienda, casa de molino				deterioro estructural y con productos químicos	vivienda exponente museístico

PALMARITO campanario, edificación claustral, gariton-fortin, casa-vivienda, casa de calderas				construcciones superpuestas, derrumbes parciales	servicio gastronómico mirador
GÜNIA DE SOTO casa de vivienda principal, casa de vivienda secundaria				alteraciones parciales	hospedaje turístico
LA PASTORA casa-vivienda				añadidos, derrumbes parciales	vivienda uso recreativo
EL PAPAYAL casa-vivienda					uso recreativo
EL BARRAL casa-vivienda				derrumbes parciales, fallas estructurales, vegetación parásita	base de excursionismo
GÜACHINANGO cas-vivienda				fallas estructurales	uso recreativo hospedaje

- **Instrumentos de aplicación**

Monitoreo de la Calidad Ambiental.

Uno de los principales instrumentos de aplicación, es lo que hemos denominado “Monitoreo de la Calidad Ambiental”, que puede considerarse el resultado final de un estudio o caracterización de todos los componentes tanto naturales como antrópicos o patrimoniales existentes en el Valle de los Ingenios.

Este procedimiento metodológico desarrollado (Martínez y Lacina, 1993) y modificado se resume brevemente a continuación:

1.- Recogida de información.

A modo de inventario de los componentes principales del geosistema del Valle de los Ingenios.

Las búsquedas fueron orientadas a todo lo que es habitual en las caracterizaciones generales de los territorios, con más detalle se realizaron las caracterizaciones físicas, tales como mapas topográficos, materiales aerofotográficos (pudo disponerse de un vuelo especial sobre el valle del 1989 a escala de 1:40 000) mapas de suelos y uso de suelos y de la tierra, geología, geomorfología, vegetación, endemismo y su flora, fauna, hidrología, caracterizaciones demográficas y de los asentamientos.

Entre ellos se prestó especial atención a los siguientes aspectos:

- Determinación de lugares importantes para proteger desde el punto de vista de la conservación de la estabilidad ecológica, valores de otro tipo y protección del medio ambiente con las siguientes características:

.Centros de endemismo y de riqueza genética, o con características naturales únicas de excepcional interés científico.

.Áreas representativas de ecosistemas naturales o que estén muy poco alterados (biocentros), de acuerdo a la regionalización florística.

.Áreas con especies en peligro de extinción.

.Ecosistemas de mayor madurez y complejidad.

.Cuencas hidrográficas de importancia para garantizar agua en calidad y cantidad para abasto a la población.

- Lugares que por sus características topográficas y de vegetación exigen protección, para evitar daños y procesos irreversibles de destrucción de recursos en lugares cercanos.

- Ejemplo de paisajes armoniosos resultantes de modalidades tradicionales de uso de la tierra.

- Paisajes de gran belleza que impresionan favorablemente a la psiquis del hombre.

- Sitios de interés histórico-cultural, arqueológico, antropológico y arquitectónico.

- Ecosistemas modificados o degradados cuya reconstrucción permita volver al estado natural o casi natural por su importancia para la protección de las aguas y los suelos.

- Lugares que deben ser protegidos por su importancia para la salud del hombre.

- Áreas de laboratorio experimental (proyección de biocentros).

- Áreas que tienen valor desde el punto de vista educativo por formaciones ecológicas, interés geológico, geomorfológico y otros.

- Áreas que tienen cierto grado de estabilidad a pesar de su utilización económica.

-Áreas completamente aisladas florísticamente y faunísticamente, ecosistemas con especies de muy larga regeneración.

2.- Elaboración de materiales cartográficos necesarios y conversiones de escalas.

Se confeccionó un mapa de suelo único para el valle a fin de poder subsanar la omisión de la información edafológica en las laderas de las elevaciones de los bloques Trinidad y Sancti Spíritus que rodean el valle.

Se confeccionó un mapa de pendientes a escala 1:50 000.

Se confeccionó un mapa de órdenes de cuencas para los segmentos hidrográficos comprendidos dentro del territorio.

De la base topográfica debe hacerse el señalamiento de haberse encontrado sorprendentes incompatibilidades entre las continuidades de las curvas de nivel de hoja a hoja de las que obligatoriamente se asumieron las compatibilizaciones.



Aunque lamentablemente no se pudo utilizar, por la tardanza en su elaboración, se digitalizó la información contenida en los mencionados mapas topográficos una vez corregidas las incompatibilizaciones de las curvas de nivel. De haber podido contar desde un inicio con la tecnología para computarizar esta base topográfica hubieran, sido reseñados en este acápite de procedimiento metodológico otros pasos diferentes, aunque no los principios.

### 3.- Determinación de las unidades funcionales básicas.

Para la determinación de las unidades funcionales básicas se partió de la determinación de las cuencas de primer orden por ser estas las unidades naturales (básicas también) donde se realiza el intercambio de sustancias y energía en la naturaleza. Dado el tamaño que las mismas presentaban en el área del Valle de los Ingenios siempre de acuerdo a, la escala de trabajo utilizada, 1:50 000, se utilizaron las de orden 3 y mayores.

Posteriormente se procedió por, solapamiento, a incluir los atributos de suelos, pendiente y de uso de suelos.

### 4. Monitoreo de la Calidad Ambiental

Como resultado de este análisis se propone el monitoreo de la calidad ambiental que incluye las variables del impacto fisiológico, psicofisiológico y del desarrollo cultural para la participación del individuo en la comunidad y del condicionamiento social.

A continuación se presenta la metodología resumida para el monitoreo de la calidad ambiental, según la propuesta de Contreras y Cordero, UNESCO, 1985.

#### Monitoreo de la calidad ambiental en el valle de los ingenios

FACTORES	VARIABLES	SUB-VARIABLES
FACTOR DE IMPACTO FISIOLÓGICO	ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN	Aporte en calorías. Aporte en proteínas. Aporte en vitaminas. Aporte en minerales. Características organolépticas. Grado de satisfacción del hambre. Nivel de sanidad alimentaria.
	SALUD	Porcentaje de población enferma. Factibilidad real de acceso a la medicina. Enfermedades sociales: venéreas y por adición incluyendo drogas. Endo y Ectoparasitismo. Enfermedades transmisibles. Enfermedades mentales. Grado de conocimiento sobre higiene y salud.
	SANIDAD AMBIENTAL	Agua. Efluentes cloacales. Aire. Ruidos. Olores. Basuras y chatarras. Plagas.

IMPACTO PSICO - FISIOLÓGICO	VIVIENDA	Superficie de construcción útil. Estabilidad. Protección contra agentes externos. Aislamiento y privacidad. Confort. Funcionalismo. Iluminación natural y ventilación. Iluminación artif., facilidades para elaboración de alimentos y de aseo personal.
	ESTÉTICA AMBIENTAL	Belleza escénica integrada por elementos naturales. Belleza de los elementos antropógenos en el ambiente. Armonía del conjunto de elementos naturales y antropógenos. Sentido de propiedad y pertenencia de la imagen. Apreciación social de la estética ambiental.
	POSIBILIDADES DE DESCANSO Y RECREACIÓN	Sueño y descanso. Deportes. Programación y espectáculos. Juegos infantiles. Vacaciones y paseos.
FACTOR DE DESARROLLO CULTURAL PARA LA PARTICIPACIÓN DEL INDIVIDUO EN LA COMUNIDAD	POSIBILIDADES DE DESARROLLO DE APTITUDES Y CAPACIDADES	Años de escolaridad. Analfabetismo. Disponibilidad de establecimientos y medios materiales. Disponibilidad de personal docente. Inducción e incentivo al estudio. Oportunidad y disponibilidad para el estudio. Satisfacción del nivel de aspiraciones individuales.
	POSIBILIDAD DE PARTICIPACIÓN EFECTIVA EN LA COMUNIDAD	Nivel y tipo de participación. Frecuencia e intensidad de la participación. Significación de la participación para el individuo. Independencia y libertad para la participación.
	POSIBILIDAD DE TRABAJO A LAS ADECUADO A LAS APTITUDES DEL HOMBRE	Traslado diario al trabajo. Magnitud del tiempo laboral. Efectos psicológicos del trabajo. Efectos fisiológicos del trabajo.
FACTOR DE CONDICIONAMIE NTO SOCIAL	CONDICIONAMIENTO PSICOLÓGICO DERIVADO DE LAS RELACIONES HUMANAS	Relaciones interpersonales(cara a cara o presencial). Relación por medio de equipos de comunicación (por medio de comunicación de masas). Relación despersonalizada por intermedio

		de ruidos, sonidos y símbolos (expresiones) · Relación por intermedio de o con instituciones.
	CONDICIONAMIENTO PSICOLÓGICO DERIVADO DEL GRADO DE SEGURIDAD INDIVIDUAL Y COLECTIVA	Los acontecimientos bélicos. La violencia social. La delincuencia. Los accidentes.
FACTOR DE DEPENDENCIA ECOLÓGICA	EQUILIBRIO Y PRODUCTIVIDAD DE LOS ECOSISTEMAS	Grado de dependencia en relación al ecosistema. Potencial de producción del ecosistema. Capital biológico que representa el ecosistema. Grado de conservación o de degradación del o de los ecosistemas de los cuales depende el grupo en estudio.
	ESTABILIDAD ECOLÓGICO AMBIENTAL	Deslizamientos, derrumbes. Inundaciones. Avalanchas. Incendios. Fenómenos naturales de efectos previsibles.
	USO APROPIADO DE LOS RECURSOS NATURALES	Criterios de uso de la tierra. Grado de cultura ecológica. Aplicación tecnológica. Retorno de beneficios a la colectividad. Uso del ambiente y de recursos comunes.

- **Comisión de Manejo Ambiental**

Otro instrumento de aplicación elaborado ha sido la propuesta para crear una comisión que regule y oriente el manejo medioambiental de este patrimonio natural y cultural.

La propuesta se fundamenta en los aspectos que se señalan a continuación:

Considerando: que la histórica ciudad de Trinidad y el Valle de los Ingenios fueron reconocidos como objetos poseedores de "valor universal excepcional" y fueron inscritos en el listado del "Patrimonio de la Humanidad" el 8 de Diciembre de 1988 en Brasilia respondiendo a:

Criterio IV: Ofrece un ejemplo eminente de un tipo de construcción o de un conjunto arquitectónico que ilustra un periodo histórico significativo.

Criterio V: Constituye un ejemplo eminente de un hábitat humano tradicional representativo de una cultura, y vulnerable bajo los efectos de mutaciones irreversibles.

Considerando: que ambos integran un binomio que forman parte de una región más amplia que abarca desde la zona litoral sur hasta el macizo montañosos del Grupo Guamuhaya, poseedores de connotados valores naturales con notables diferencias paisajistas.

Considerando: que nuestro país es firmante de la Convención sobre la protección del Patrimonio mundial, cultural y natural adoptada por la Conferencia General de la UNESCO en Noviembre de 1972 que establece en su parte II, art. 5.

b) instituir en su territorio, si no existen, uno o varios servicios de protección, conservación y revalorización del patrimonio cultural y natural dotados de un personal adecuado que disponga de medios que le permitan llevar a cabo las tareas que le incumban.

c) desarrollar los estudios y la investigación científica y técnica y perfeccionar los métodos de intervención que permitan a un estado hacer frente a los peligros que amenacen a su patrimonio cultural y natural.

d) adoptar las medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas y financieras adecuadas para identificar, proteger, conservar, revalorizar y rehabilitar ese patrimonio.

e) facilitar la creación o el desenvolvimiento de centros nacionales o regionales de formación en materia de protección, conservación y revalorización del patrimonio cultural.

Considerando: que la Asamblea Nacional en fecha de 4 de agosto de 1977 aprobó la Ley No. 2 Ley de los Monumentos Nacionales y Locales que en sus Capítulos II y III crea las Comisiones Nacional y Provinciales de Monumentos así como la estructura interinstitucional de las mismas.

Considerando: que el Decreto 55 del Consejo de Ministros, reglamento de la Ley citada en el anterior, así como la Circular No. 1 de la mencionada Comisión Nacional de Monumentos estipulan tanto la creación de Delegaciones Municipales como de Grupos de Trabajo con el fin de promover el estudio, conservación, y restauración de un Monumento Nacional o Local, o de un grupo de ellos en el territorio de su jurisdicción.

Considerando: la existencia en la ciudad de Trinidad de instituciones aisladas tales como la Casa de Cultura, Casa de la Trova, el Archivo y la Biblioteca Municipales, los museos de Arquitectura, el Romántico, el de Lucha contra Bandidos, el Municipal, el de Arqueología, y a su vez la existencia del Equipo Técnico de Restauración subordinado a la Dirección Municipal de Cultura.

Considerando: que las Instrucciones Metodológicas vigentes desde 1988 responsabilizan a los museos, especialmente al Municipal con la custodia de los valores monumentarios de su jurisdicción en el sentido mas amplio que abarca no solo a los declarados por resolución sino a todos los exponentes o testimonios que formen parte de nuestro patrimonio.

Considerando: el cierre del Museo de Ciencias Naturales Alejandro de Humboldt perjudicó la función y el deber insoslayable de incorporar a sus colecciones sistemáticas, con una perspectiva de muy largo plazo en el desarrollo de la sociedad, los exponentes más significativos de un entorno natural permanentemente amenazado de profundas transformaciones.

Considerando: el interés de los organismos del desarrollo turístico y en particular de la Empresa Rumbos de crear un Centro de Interpretación Ambiental para el desarrollo de la promoción y rehabilitación del Valle dentro de los auspicios de su uso social y turístico

Considerando: que el binomio Trinidad-Valle de los Ingenios requiere de un enfoque geosistémico entre naturaleza-asentamientos-economía asesorado por un sistema experto con vistas a la toma de decisiones que competan a la gestión territorial.

Se propone la creación a cargo de un Grupo de Trabajo de acuerdo con la legislación vigente, de un sistema organizado ya sea en forma de un Centro Regional de Estudios, de Interpretación, Gabinete, Museo u otra variante que permita concentrar los esfuerzos de instituciones aisladas existentes hasta el momento guiando en su labor, investigaciones, servicios de protección, de conservación, de monitoreo, salas expositivas, senderos interpretativos y divulgación educativa hacia el cumplimiento de las tareas explícitamente establecidas en la Convención sobre la Protección del Patrimonio, Mundial, Cultural y Natural.

Propuesta para el desarrollo del Turismo Rural en Trinidad-Valle de los Ingenios:

Después de haber concluido el Inventario de los valores naturales, culturales, patrimoniales y de intentar proponer instrumentos para la conservación de los mismos como son el monitoreo de la calidad ambiental y la Comisión que se encargue de la utilización y cuidado de estos valores, consideramos imprescindible que se realice una propuesta argumentada que permita el desarrollo lo más integral desde el punto de vista social y económico, que diversifique la zona, y en donde se pueda insertar de una forma coherente la población que vive en el Valle como en la propia ciudad de Trinidad.

Con antelación hemos expresado que al analizar los valores patrimoniales, tanto naturales, arqueológicos y arquitectónicos, salta a la vista el enorme potencial y la poca utilización de los mismos por parte de los turistas que visitan el Valle y a la Ciudad de Trinidad, como también por parte de la población que vive en la zona y la que reside en los municipios vecinos.

Según nuestros criterios, la mejor variante para la utilización de todos los valores patrimoniales, es el desarrollo del Turismo Rural, tipo de turismo que no se realiza en Cuba, pero donde hay interesantes experiencias en otros países.

¿Cuáles serían las acciones o nuevos productos turísticos a incorporar o desarrollar?

En primer lugar, consideramos una acción vital la reparación y rehabilitación de viviendas y otras edificaciones rurales existentes, que podrían convertirse en diferentes formas de alojamiento turístico de carácter familiar y típicamente campesino, lo que se inserta coherentemente con las características del entorno natural y cultural y permitiría conservar los valores patrimoniales con un uso adecuado.

En segundo lugar, nos parece necesario diseñar y acondicionar rutas paisajísticas, para el senderismo, paseo en bicicleta o a caballo, que recorran los lugares con mayores valores patrimoniales, saliendo o regresando a la ciudad de Trinidad.

En tercer lugar, se pueden realizar otras ofertas relacionadas con los valores patrimoniales, tanto naturales como culturales, las ofertas podrían estar relacionadas con el descubrimiento, la observación acompañados por habitantes de la zona, que podrían incluir fotografía, etc. Se podría también desarrollar algunas ofertas de corte más ambientalistas para un sector más específico como podrían ser: rutas ambientales, aulas de la naturaleza.

En cuarto lugar, nos parece muy importante incrementar la fabricación, exposición y venta de productos tradicionales, por ejemplo, esto se podría desarrollar en los tejares y en la propia ciudad de Trinidad, en Manaca-Iznaga y otras localidades. Podría incluso incluir cocina tradicional, guarapo, etc.

En quinto lugar, hemos observado que no existen prácticamente actividades de tipo cultural, o si existen no están bien conocidas, se debe propiciar el desarrollo de los bailes tradicionales y música campesina, así como de origen africano en lugares apropiados para ellos, dentro del conjunto. Por otro lado, existe una gama de museos que no son visitados, por lo que se debe estudiar profundamente las exposiciones y sus características.

Por último y de gran importancia, pero inexistente en Cuba, es el desarrollo del agroturismo vinculado a los restos de los ingenios y al desarrollo de la actividad azucarera de la zona. El desarrollo del agroturismo podría incluir visitas a las cooperativas de producción agropecuarias que se encuentran en el Valle, así como visitas al central azucarero y a su batey que pueden considerarse elementos de interés cognoscitivo.

Después de plantear los diferentes productos turísticos que se podrían considerar dentro del Turismo Rural; por desarrollar, hemos considerado necesario ordenar espacialmente la propuesta que realizamos, esbozando tres áreas o zonas para el desarrollo del mismo:

La primera, la propia ciudad de Trinidad y su entorno inmediato, es la de más variedad y la más desarrollada, desde el punto de vista del turismo tradicional.

La segunda, la zona de Manacas-Iznaga, en el centro del Valle, como la zona más típica.

La tercera, la zona de Condado a Meyer con menos posibilidades, como una opción complementaria de las otras dos zonas.

Algunas reflexiones finales:

Nuestra primera reflexión va encaminada hacia la necesidad de conservar el gran patrimonio cultural y natural del conjunto Trinidad-Valle de los Ingenios. La necesidad es de conservar primero y restaurar después, ya que esto constituye un principio importante para promover el desarrollo sostenible.

La conservación debe ser acompañada de actividades económicas y sociales que promuevan y estimulen un desarrollo más integral de esta región bastante deprimida, que constituye una zona patrimonial de gran importancia en Cuba.

Por otro lado, los problemas relacionados con el medio ambiente y su deterioro cada día tienen un papel mayor y en el caso de Trinidad-Valle de los Ingenios, se propone un monitoreo continuo y sistemático de la situación medio-ambiental.

Por último, queremos resaltar que para revitalizar a Trinidad y su Valle de los Ingenios, la propuesta que realizamos, en torno al desarrollo del Turismo Rural nos parece adecuada ya que este espacio rural, incluyendo la ciudad de Trinidad, cuya imagen sigue siendo rural, se vincula de manera armónica y coherente al agroturismo, contando con la presencia activa de la población que vive en el Valle y en la ciudad de Trinidad.

Esta presencia activa o participativa es un aspecto de vital importancia para conservar a Trinidad y a su Valle de los Ingenios como un importante Patrimonio Cultural de la Humanidad.

## **MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL A CARGO DE ORGANIZACIONES COMUNITARIAS.**

Por Lic. Eugenio E. Molinet de la Vega. CNCRM.

(Conferencia ante el plenario del II Encuentro Iberoamericano de Trabajo Cultural en Comunidades Aisladas y Desfavorecidas/95)

Es difícil escuchar desde hace algún tiempo hacia acá una palabra más repetida que la palabra: **ecología**. Analizando este fenómeno a uno le surge la duda sobre si el empleo abrumador del término **se** debe, primero; a que como todo el mundo sabe de qué se trata es por ello que se emplea tanto en la conversación y los discursos o, segundo; como nadie sabe lo que es, entonces es preciso repetirla una y otra vez hasta que aprendamos lo que significa. Particularmente, tengo la sospecha de que se trata de esto último pero, paradójicamente, siempre recibo la sensación de que se habla de ella como si se tratara de lo primero.

En el plano de la mayor franqueza, tengo que reconocer el hecho de que la mayor parte de las veces no puedo presumir saber de qué se trata exactamente cuando mis interlocutores emplean el término **ecología**. Mucho menos entiendo aún cuando, utilizando el prefijo **eco**, construyen cultamente neologismos tan de moda como **Ecoturismo**, **ecoarquitectura**, **ecodesarrollo**, **ecomoda**, **ecomuseo**, **ecológica** y **eco**etc...

Sin perjuicio del valor totémico que el término ecología ha alcanzado en el lenguaje corriente e, incluso, en el correspondiente a ciencias tales como la Psicología, la Sociología, las ciencias del lenguaje, etc., el término ecología, precisamente por su alto valor polisémico, presenta al momento de las precisiones un evidente desgaste proveniente de su desmedida utilización como comodín, con perspectivas siempre diferentes según sean las orientaciones y la formación académica de quienes lo utilizan. Algo similar sucede con los conceptos de **ambiente** y **medio ambiente**. Para poder eliminar el determinismo que la contundencia de los distintos lenguajes formalistas que las diferentes profesiones pueden llevar implícito se ha propuesto desde la década pasada el sustantivo **entorno**, asequible a todos, a la vez que receptor de las significaciones de los dos vocablos anteriores. El sustantivo entorno, que denota todo aquello que rodea a los individuos, permite una ampliación del término ecología que proviene estrechamente de la Biología y, una especificación del término ambiente que resulta muy ambiguo.

En efecto, si por entorno entendemos todo aquello que rodea a los individuos, desde una óptica analítica podemos establecer una organización y clasificación de los entornos en los que se circunscribe la vida individual. Por supuesto, al hablar de los individuos no solo estamos hablando de los individuos en concreto sino de lo que tienen de social que es lo más importante y para lo que nos hemos reunido en este foro de Cultura Comunitaria. Por lo tanto, estamos pensando en su **origen** y **pertenencia** a grupos determinados; en su **ubicación** en unos determinados espacios donde desarrollan su existencia; en su **forma de actuar** frente a otros individuos (concretos o genéricos), en la relación que existe entre estos individuos, así como entre sus grupos de pertenencia, en los espacios por donde deambulan y sus sistemas de relaciones. En los modos y estrategias que han utilizado los grupos para moldear a sus individuos. También nos referimos a las conductas en función de los intereses



grupales. En fin, a las relaciones que existen **entre los individuos moldeados, el espacio físico y la base productiva que hace posible la vida y el intercambio económico y simbólico**, lo cual a todas luces, constituye un concepto netamente ecológico

Por lo tanto, puede concebirse al Entorno, sistémicamente hablando, como formado por una serie de entornos que pueden poseer una cierta

autonomía los unos respecto a los otros.

Estos entornos serían:

- las distintas características y fenómenos naturales del medio físico. (Entorno **geográfico-físico**).
- la base biológica del organismo en interacción con el medio físico. (Entorno **biológico**)
- los diversos tipos y formas de la estructura económica y el modo como se ocupa y organiza socialmente el territorio. (Entorno **económico**)
- las formas jurídico-políticas que segmentan, posibilitan o impiden la conducta y dictaminan sobre su normalidad o patología. (Entorno **jurídico**, entorno **político**)
- entorno también son los sistemas de modelización estructural de individuos o grupos o sea la educación, el sistema familiar, etc. . (Se tiene así el entorno **educativo**, el entorno **familiar**)
- constitutivos del entorno también lo son los sistemas que permiten actualizar constantemente la modelización estructural como la mass-media, la moda, etc. (Entorno **cultural**, entorno **social**)
- es en definitiva el resumen material de todo lo dicho: la conjunción de todos los indicadores de la forma y estructura del **entorno vital** (la vivienda, la salud, la organización del tiempo, el ecosistema, el trabajo, la ciudad, etc.).

Resulta importantísimo destacar que a pesar de lo poco biológico del párrafo anterior ni un solo punto queda fuera de la definición elemental de **ecología**: la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y entre estos y su medio. Así pues está claro o, debe estar claro, que los temas ecológicos o ambientales no son propiedad exclusiva de los medios especializados y el *saber* sobre su problemática y, aún más, el *decidir* sobre ella compete también, directamente, a las comunidades de los *seres vivos* que resultamos involucrados en ellos..

Es sabido desde hace mucho que la planificación de la producción requiere del conocimiento de los límites, umbrales y las capacidades de carga de los sistemas naturales. Múltiples listados de indicadores y programas de monitoreo han sido propuestos para ello. Pero de la planificación de la producción que de una u otra forma sobrevive hoy en día en los regímenes de tipo mixto industriales, se ha pasado a una planificación en la utilización de los recursos sociales y de las problemáticas que estos generan: se planifican el habitáculo, la cultura, la forma de organización de la gente, la salud, la educación, la familia en fin, todo, principalmente para que el Estado, en determinadas circunstancias o, el capital en otras, puedan desplegar de modo *razonable* las estrategias de dirección o poder, dominación o control que mantendrán dirigidos (o sojuzgados, según las circunstancias ya aludidas) a la mayoría de los hombres.

Pero, ¿son realmente efectivos estos controles? ¿Se basa esta dirección en el conjunto de parámetros fidedignos y correspondientes de las características necesarias a tener en cuenta para una planificación sosteniblemente exitosa?

Pensamos que esto aún no se logra, ni remotamente, a pesar de los recursos que se destinan para ello y de la confianza que se ha puesto en los mismos. En lo que a nuestro ámbito nacional se refiere, a nuestro juicio se debe, a que la dialéctica entre lo contingente y lo necesario se halla fuertemente polarizada debido en no poca medida al bloqueo conocido por todos aunque no debemos hacernos ilusiones respecto a cuando él no exista. Si dirigimos la atención al exterior donde no se practica esta absurda medida en las relaciones internacionales vemos que del mismo modo la respuesta es, **no**; tampoco se basa dicha dirección del estado el capital o la empresa privada en el conjunto necesario de informaciones para una planificación indefinida y exitosamente sostenible.

En primera instancia parecen tener razón los partidos políticos de oposición al vociferar que el gobierno en el ejercicio del poder de lo que solo parece estar interesado es en, utilizando demagogias, agotar el tesoro público en provecho propio. Más, cuando la oposición llega a ese mismo poder, excluyendo que realice las mismas prácticas, tampoco logran resolver la situación de deterioro que continua indefectiblemente su avance, lento o impetuoso.

Revisando múltiples propuestas de monitoreo, metodologías de estimación de impactos y técnicas de diagnóstico, a lo largo de estos últimos quince años, hemos observamos una marcada unilateralidad referente al objeto de las mismas proveniente de las coordenadas profesionales de los distintos autores y ello, a pesar del hecho de que la inmensa mayoría de todas, reconocen en sus capítulos introductorios o especiales la complejidad manifiesta y requerida de los estudios y, destinan en los mismos, las mas sentidas parrafadas sobre la **intra-**, la **multi-**, la **inter-** y la **trans-**disciplinareidad requeridas en los enfoques para sus aplicaciones. Además una lectura atenta de lo que se propone plantea una disyuntiva estructural de primer orden, ¿es posible fraccionar el objeto de nuestro conocer en función de los distintos puntos de vista?, ¿se puede solventar esta fraccionalización mediante una aproximación interdisciplinar?.

Ante la propuesta del concepto de entorno que estamos obligados a encarar se despliega un complejo mundo de intereses, de relaciones entre las distintas ciencias y, -en algunas ocasiones-, de las instituciones que las representan, que parcelan sus áreas de conocimiento y conducen frecuentemente a una superespecialización de los conocimientos. Esta superespecialización ha sido señalada por los científicos sociales como uno de los males estructurales de la ciencia, que a la larga conduce a la creación de compartimientos estancos. Frente a esta posición se han utilizado otras posturas, como la de tratar de abordar la realidad a partir de la base de una teoría general y sintética pero, esta perspectiva excluye la aproximación disciplinar... y, obviamente, la interdisciplinar, sin contar que marchan en contra de sus status canalizados y sacralizados por sus marcos comerciales y de subvención. No parece haber ni iniciativa privada ni estatal interesada en subvencionar estos tipos de proyectos / salvo en la actualidad cuando tiene su origen el interés en las comunidades pequeñas, laboratorios controlados dadas sus indiscutibles cualidades microcósmicas.

El paisaje según lo definió Alexander Von Humboldt desde fecha tan temprana como 1807, es el complejo total de las condiciones y los elementos del medio ambiente/ tanto físico geográficos como socioeconómicos. Si consideramos que el uso de un territorio es una categoría social que expresa la asimilación de un determinado geosistema o parte de él por la sociedad y que en él operan tanto las leyes naturales como las sociales, no debe ser necesario señalar que las funciones socioeconómicas que cumpla el territorio en su uso, no dependen únicamente de sus propiedades naturales por un lado ni de sus características socioeconómicas por otro, y lo que si parece resultar necesario señalar es la obligatoriedad de contar con las acciones investigaciones sistémicas y sistemáticas lo suficientemente adecuadas para que permitan argumentar la reordenación del uso de los territorios, en aquellos casos que sea necesario, o proponer las normas de utilización o las medidas de mejoramiento requeridas con vistas a conciliar las capacidades de los distintos geocomplejos con la satisfacción de las necesidades geoeconómicas.

En nuestro ámbito nacional no son nuevos los monitoreos ni mucho menos. Puede decirse que en principio se monitorea una amplia cantidad de actividades que van desde el monitoreo meteorológico de la atmósfera hasta el de la dieta de los bebés con surveys estadísticos incluidos y todo. Sin embargo, salvo los que caen comprendidos en situaciones de guerra, en ningún otro país de la zona climática a la que pertenece Cuba se han realizado tantos cambios y experimentados tantos impactos sobre el medio natural como los que aquí se han experimentado, -encima de los problemas heredados del periodo pre-socialista-, a consecuencia del rápido desarrollo socioeconómico que hemos experimentado. Baste solo con reflexionar, dejando a un lado la posibilidad de haber cometido un solo error, en que, la distribución del uso de los territorios pertenece a las relaciones de producción y que el cambio de estas, -él nuestro fue radical-, conlleva un cambio nacional de punta a punta del archipiélago.

Una ojeada rápida a nuestro medio ambiente de hoy entrecejaría un tanto el sentimiento de placidez y de seguridad en el rostro que experimentamos al escuchar algunos reportajes en nuestros medios de prensa los cuales, por sumarse y centrarse en la campaña actual de promoción al turismo, mayoritariamente recrean la incomparable belleza de nuestros paisajes naturales relictos, cada vez mas reducidos, o bien alisan los inconvenientes que en otros, ya bajo explotación actual, acusan signos de trastornos.

En efecto, aún sin trascender lo preliminar, los resultados de las investigaciones ambientales de la Academia de Ciencias en 1986 reportaban entre los síntomas graves que continúan incrementándose, el histórico problema de la deforestación. Debe estarse bien claro que cuando se habla de la deforestación no se está tratando un solo problema; el de la pérdida de los árboles, sino de una cadena de problemas que empiezan con esto. Al perder la cobertura vegetal, en el paisaje se operan una serie de cambios que acarrear consecuencias tanto en la sociedad como en otros componentes del mismo paisaje, los cuales, a su vez, desatan, en cadenas, otras series de cambios y de consecuencias. Primariamente los otros elementos afectados son los suelos y la fauna, finalmente, resulta disminuida la biodiversidad, indispensable elemento de la salud ecológica.

Posteriormente, en 1991, el departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía de la propia ACC., después de realizados los estudios para incluir esta temática en el Nuevo

Atlas Nacional de Cuba (NANC), señalaba, a las actuales tendencias de multi-intensificación del paisaje, como causantes de una rápida y progresiva pérdida de las diversidades biótica y ecológica, que son la base del funcionamiento de los mecanismos de autorregulación de los geosistemas. Fue a partir de estos estudios que se pudieron distinguir como típicas y más difundidas las afectaciones que resultaban derivadas de una incorrecta utilización del territorio y el que ellas se debieron al no haber tenido en cuenta para su asimilación económica la aptitud funcional del mismo. En la mayor parte de los casos, esta incompatibilidad entre uso y aptitud del territorio tiene historia secular, iniciada en el periodo colonial, agravada durante el período prerevolucionario por la extensión de los latifundios y por las "tumbas" de los campesinos sin tierras de agricultura trashumante y, con nuevas vueltas de tuerca, en estos tiempos de periodo especial. Producto de todo ello, el cuadro de degradación del medio ambiente cubano, a pesar de su envidiable diversidad original, muestra hoy en día regularidad en la aparición de los siguientes factores de estrés ecológico: erosión y salinidad de suelos, contaminación de ríos, embalses y acuíferos (debido fundamentalmente al vertimiento de residuales domésticos sin tratamiento adecuado), salinización y nitrificación de acuíferos, zonas de relieve devastado para la obtención de materiales de construcción y otros minerales, insuficiencia de servicio de acueducto y alcantarillado, destrucción de ecosistemas costeros, montañosos y riparios. Todo ello, agravado por la carencia de acción administrativa que, aprovechando la legalización existente garantice realmente la protección y reproducción de los recursos naturales. En los grandes núcleos urbanos la situación enfrenta las consecuencias del periodo especial vinculadas a las severas dificultades con los productos químicos, el combustible y las piezas de repuestos y los materiales de construcción que, mantienen sin reparar, las roturas y deterioros de las redes técnicas de alcantarillados, aumentándose la cantidad de focos; las dificultades con la recogida de basuras, -que conduce igualmente a lo mismo en los placeres y derrumbes-, y, la reducción drástica de la lucha contra los vectores de plagas y enfermedades.

La constante presión de la acción ecologista ante los graves problemas del medio ambiente, la intervención de organismos estatales nacionales e internacionales, así como el trabajo de múltiples grupos e instituciones independientes, han provocado un movimiento comunitario cada vez más intervencionista sobre el entorno y su gestión, a nivel internacional

La actividad del Club de Roma, el informe Bruntland, la Comisión Palme, la cumbre de Río y otros cónclaves internacionales de esta última década han propiciado en algunos sectores productivos y económicos una reacción positiva hacia estos problemas, nos interesa destacar el acercamiento que se ha producido entre los ámbitos de gestión del patrimonio medio ambiental, del patrimonio cultural y de la industria del turismo porque en definitiva, podemos decir que conservación y desarrollo sostenible, son dos aspectos que deben entenderse como inseparables. Por tanto, en la actualidad, cualquier acción sobre el patrimonio cultural y natural debe ir acompañada no solo de propuestas de uso y gestión sino también de sus programas de monitoreo para garantizar su continuidad en momentos de recursos escasos y, el control del medio, implicando a todos los agentes que inciden en él.

A nivel de foros como el presente la comprensión del patrimonio como patrimonio natural - cultural es ya un hecho ampliamente aceptado. Sin embargo, aún lo es limitadamente, tanto a nivel institucional como a nivel de su gestión práctica. El problema de todos modos reside en el insuficiente avance registrado en el desarrollo de programas de intervención que incorporen esta nueva sensibilidad, y por ende en la falta de ideas de diseño para aportar soluciones brillantes en este sentido.

De todo ello se recoge la necesidad de entender también al entorno patrimonial comunitario de forma sistémica y se pone de manifiesto la necesidad de su comprensión y difusión evidenciando que patrimonio cultural y natural son dos aspectos de una misma cosa que debe entenderse como una globalidad integrada en la realidad social pero, sobre todo, entenderlo como una entidad con una gran capacidad potencial que puede funcionar como un activo importante en la vida económica y social del presente. Ejemplos de esta dinámica es la evolución que se ha producido en las instituciones museales de las ciencias naturales con planteamientos típicamente de carácter evolucionista y sistemáticos en los que, actualmente, confluyen aspectos de carácter comportamental y social conjuntamente con contextuales y territoriales.

Más aún, podemos decir que hoy los museos y entidades análogas de intervención en el patrimonio en el resto del mundo están cambiando definitivamente de escala concibiéndose no solo como lugares de recogimiento sino como un sistema interventor y ordenador del territorio a distintos niveles, cumpliendo una función de mediador entre el patrimonio y la colectividad evolucionando estructuralmente hacia centros dinámicos de estudio, con infraestructuras complejas, con medios técnicos avanzados y generadores de opinión y absolutamente implicados en el desarrollo cultural y social de la colectividad.

Estudiados en el Simposium para la búsqueda de nuevas formas de museos (UNESCO, ICOM, Santiago de Chile 1972), se discutieron muchas formas ya actualmente existentes en muchas partes del globo: el museo local, el museo comunitario, el museo territorial, el museo de barrio, el museo Integral, el museo global y hasta el ecomuseo todos ellos de distinta forma y contenido presentan un espacio común muy característico: "la búsqueda y la difusión de la identidad", propuestas centradas en el territorio que incorporan un modelo de gestión participativa. Pretenden una función que va más allá del museo convencional y que busca la dinamización social y económica y cultural del lugar donde se ubica y de las personas que viven en él. No es casual que en la reunión citada la mesa redonda estaba compuesta de solo una docena de museólogos rodeados completamente de especialistas del urbanismo, de la agricultura, de la educación y de la investigación científica

Los museos de identidad atraen a una población con una referencia explícita a su territorio y actúan como mediadores de la posible afirmación de su identidad cultural y en el fortalecimiento de su sentido de pertenencia. En ellos la participación de la población local es fundamental. Sus intereses muchas veces se dirigen a las colectividades marginales, al fomento del desarrollo cultural, a la conservación ecológica y a la terapia social. Todo ello determina la calidad del ambiente de los seres humanos. Ofrecen nuevas posibilidades para conectar al público con el territorio rural, la ciudad y el barrio, iniciando el camino para abrir nuestra sensibilidad al patrimonio local, a la cultura de las diferencias y al desarrollo de experiencias de descentralización en las ciudades.

Es por ello que hoy deben verse los museos y centros de intervención en el patrimonio comunitario con toda su complejidad: atendiendo a la necesidad de garantizar su alta profesionalización, de plantear los objetivos políticos que deben cumplir, de definir con precisión su trabajo interno y externo, de disponer de un proyecto claro de difusión y de poner los medios para garantizar la calidad del servicio y del producto que realizan, y por último dotándolos de un plan financiero pensado para ello.

Esto no son utopías de verdes ni de ecologistas frustrados sin subvención. Póngase atención en la creciente complejidad de las instituciones culturales y la paulatina interrelación con otras fuerzas productivas de la sociedad, que llevó al **Museum Collaborative** (Organización Nacional de Servicios Museísticos con sede en New York) a iniciar el "**Cultural Institutions Management Training Programe**"; primeros cursos de formación continuada desarrollados en EE.UU., sobre gestión, marketing y dirección de la cultura. El 50% de los participantes fueron directores ejecutivos de museos que gestionaban, en 1980, hace ya 15 años, entre 10.000 y 75.000 millones de dólares.

En Cuba, creemos ver, comienzan a cristalizar centros de intervención en el patrimonio local o comunitario dentro de algunas instituciones museales municipales. A pesar de la rigidez que les confiere su jerarquía territorial, surgen células espontáneas dentro de ellos, que pueden comprender uno o mas consejos Populares.

Lentamente, muy de poco a poco, prácticamente repitiendo lo sucedido hace un cuarto de siglo en los **inner cities** de New York, o en los villorrios de Chile y de Bengala han empezado a surgir proyectos modestos, poco costosos, en que unos vecinos tratan de demostrar a otros la vitalidad y la utilidad de estos instrumentos de conservación, en un empeño que aún no trasciende la gramática base entre el hombre, las cosas y el medio.

La falta de información sobre este tema, aún entre los propios técnicos de museos, es muy acusada. Encuestas que hemos realizado entre profesionales en cursos de posgrado en el CNCRM demuestran que la confusión que prevalece, por ejemplo, con respecto al término ecomuseo es aun mucho mayor que la conocida con respecto al de ecología. En cierto modo no es de extrañar, pues tampoco son muchos los que señalan de igual modo las principales funciones de la Nueva Museología y, ni siquiera, las de la Vieja...

Los ecomuseos de estas últimas dos décadas se agrupan en dos grandes tendencias:

- En la primera se agrupan las instituciones museales que resultan de la modernización y perfeccionamiento de los museos al aire libre (según el modelo escandinavo) al fundirse con la "casa del parque" de los parques naturales americanos, o sea instituciones estrechamente asociadas al medio ambiente y al **cuadro** de vida cultural y natural. Son todavía instituciones **dirigidas** a un público exterior. La población local en cierta medida es tratada como "cosa" sujeto recibiendo tratamiento análogo que el resto de los objetos y sitios o, en el mejor de los casos como público privilegiado de la acción educativa.
- En la otra tendencia se distinguen las entidades que por su origen y programa emanan muy claramente de la comunidad. La población local es entonces no solo público sino actores y directores de la acción y de la animación. Funcionan de acuerdo a la fórmula que excluye toda normalización al reconocer que cada geosistema tiene sus problemas propios, aunque muchos de sus participantes aun no conozcan el contenido del termino y se refieran a él, simplemente, como a su territorio. Los participantes perciben que no

pueden recurrir a la solución de facilidad que consistiría el adoptar el estatuto o el organigrama de una institución existente y establecida.

No voy a expresar ahora, aquí, alguna preferencia o un juicio de valor referente a una u otra de dichas tendencias. En definitiva los ecomuseólogos proclaman que su principal riqueza reside en la diversidad y floración de interpretaciones, de experiencias y de acciones dirigidas en todos los sentidos del territorio.

Es importante que no deje de mencionar que las dos formas principales descritas han sido objeto de ataques por parte de los funcionarios y responsables de la administración de los museos convencionales de todas partes del mundo quienes muchas veces consideran a la Nueva Museología como una amenaza para el museo clásico y en general para toda la acción cultural. Hay muchas razones para esta actitud: de manera general, los cambios hacen temer a las personas que hacen profesión de conservar el pasado por su valor intrínseco y se entiende que muchos consideren a esta actividad como un atentado a la permanencia de los principios sobre los cuales ellos han establecido su acción y su carrera por el solo hecho de que usan el nombre de museo...

Consecuencia de esta reacción instintiva y apasionada le oponen al movimiento todo el cartel de los principios sacrosantos de la museología y la museografía tradicionales: la obediencia absoluta en la clasificación de las ciencias y de las disciplinas, (sobre todo en materia de ciencias humanas), la subordinación del público y de sus necesidades a las decisiones de los purpurados curadores, los imperativos de la seguridad, los inventarios burocráticos... Todo lo posible para rehusarle el considerar a los ecomuseos como museos, o peor todavía, de imponerle condiciones esterilizantes concernientes a su gestión, su personal, sus actividades.

También ha existido en muchos lugares la tendencia sutil de recuperar el vocablo con vistas a explotar la imagen más favorable dentro del marco y el snobismo de la moda ecológica para **revestir** instituciones al precio de algunas concesiones de pura forma, realizando senderos interpretativos, itinerarios, museos de sitios, asociaciones más o menos ficticias de educación popular, y otras **etcéteras...**

Estas actitudes entrañan actualmente un cierto número de confusiones en el espíritu tanto de los profesionales como de los observadores provocando que no lleguen a asir la realidad y la originalidad de la actividad. No puede lucharse contra todo esta atmósfera subjetiva sino con un trabajo paciente y enérgico de definiciones y haciendo resaltar claramente las características y especificidades de los proyectos y programas.

Tres de las más importantes de todas que no debo dejar de subrayar aquí son:

1. Si bien la actividad de monitoreo de la calidad ambiental encaja perfectamente dentro del plan de Animación Cultural de los museos (orientados hacia la nueva Museología o no), de ningún modo esta actividad es privativa ni exclusiva de las instituciones museales y, pueden ser llevadas a cabo perfectamente por centros docentes, Casas de la Cultura, iglesias, órganos de extensión cultural pertenecientes a centros de investigación y de producción (institutos, centrales, procesadoras de minerales, unidades forestales) o, sencillamente por ONG y clubes constituidos al efecto.
2. Resulta igualmente importante destacar que, cualquiera que sea la entidad comunitaria que la organice y ejecute, de hecho la misma está convirtiéndose en un **sistema experto**

en la asesoría sobre la toma de decisiones de carácter territorial por lo que huelga señalar que su posición más idónea será aquella que resulte las más inmediatamente aledaña a los órganos del Poder Local pero sin perder en ningún momento, la transparencia comunitaria que debe ser su inseparable divisa y virtud.

3. Referente a las entidades comunitarias interesadas en desplegar, como proyecto, la monitorización de la calidad ambiental de sus respectivos territorios, no es ocioso recordarles que su existencia no compite y en nada impide la colaboración con cualquier institución museística vecina. Los museos existentes, de fórmula tradicional, con sus funciones de colector, de estudio, de conservación, de presentación, pueden aportarle su contribución como banco de objetos, como lugares especializados en la instalación y la animación de exposiciones, o como símbolos y memoriales de la comunidad. Un museo inteligente daría cabida en su programa, espacio y tiempo a esta actividad comunitaria.

- **El Programa.**

Un programa de monitoreo de la calidad ambiental comunitaria debe contener al menos las siguientes virtudes para rendir los beneficios que se esperan de él:

- 1.- la sistematicidad
- 2.- la integralidad de los indicadores
- 3.- la participación comunitaria en las propias labores
- 4.- el conocimiento del territorio por los participantes.
- 5.- la mejor distribución de tareas entre técnicos, para-técnicos y diletantes.

El término monitoreo está quizás incorrectamente empleado en nuestro lenguaje, según algunos especialistas, pero con él al menos lo que se quiere es denotar la posibilidad de recoger **señales de advertencia a modo de alarma**. Justamente, se trata de sistemas de alarmas que funcionan a base de puntajes sistemáticos obtenidos en cada uno de los cortes evaluativos realizados periódicamente. **El contraste de un corte con los valores anteriores es lo que le confiere esa virtud.**

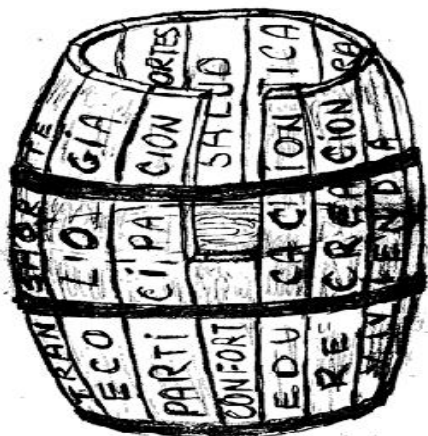
Todos los mapeos, estudios del medio físico, diagnósticos, cortes evaluativos que puedan generar los distintos institutos de investigación científica, solo ofrecen visiones **fotográficas** del objeto-sujeto. Solo con respecto a las fotos anteriores es que dan información sobre los cambios (ya sean deterioros o mejorías, rehabilitaciones, etc., ).

Pero habida cuenta que entre mapas y ciencia existe una relación dialéctica de perfeccionamiento, -similar a la que se opera entre lenguaje y conciencia-, una vez que se ha experimentado un avance en esta última el lenguaje de las investigaciones cambia, -para mejorar-, pero cambia, lo que ya no permite establecer las comparaciones con igual grado de medida. En el símil de las fotos podemos entenderlo del mejor modo si pensamos que de la portada del cementerio de Colón o de la fachada del Teatro de la Ópera y el Ballet podemos tener muchas fotos para estudiar el grado de descomposición de las esculturas que les adornan. Las fotos serían de muchos años diferentes pero todas con una **escala** y un **ángulo** de tiro distintos, unas en **blanco y negro**, otras en **diapositivas**, otras en **colores**, (o sea todas técnicas diferentes, incluso mejores) Naturalmente que ello nos ayudaría muchísimo en nuestro trabajo de conocer el avance del deterioro o la perdurabilidad de determinadas técnicas de restauración practicadas en comparación de que si no tuviéramos



nada. Pero tal ayuda es, **nada**, comparable al poder poseer una serie de fotos **fotogramétricas**, con todos los parámetros exactamente iguales y donde solo variaran las fechas de exposición.

La **segunda virtud** de las labores de monitoreo podría enunciarse también como **el principio de las duelas del barril** consiste en saber elegir la cantidad más apropiada de indicadores que permitan sin subjetivismos ni paternalismos demagógicos retratar sin mutilaciones el verdadero estado de la calidad de vida.



Al igual que en un barril, el agua solo llegará hasta aquella tabla que sea más corta o se encuentre rota, por muy largas que sean las demás, la determinación de la calidad de vida solo podrá ser llevada a cabo con objetividad si todas sus "duelas" están presentes y en las proporciones necesarias. Los esfuerzos en realizar monitorizaciones demasiado detalladas en alguno de sus factores integrantes (duelas) sino van acompañados por proporcionales

determinaciones en los restantes (las otras duelas), conducen a la pérdida de esfuerzos, recursos, prestigio y credibilidad. En cuanto a las organizaciones comunitarias involucradas, conducen a la abulia y al temible desinterés.

Una de las propuestas más globales, de mayor integralidad, que pueden ser utilizadas en monitoreos de la calidad ambiental que se conocen fue publicada por la UNESCO hace diez años, en 1985 y correspondía a los autores Contreras y Cordero. En la misma se estipulaban los cinco factores más importantes de la calidad ambiental contentivos de 15 variables cuales agrupaban, a su vez, a 78 subvariables de evaluación mas afinadas. Las mismas son:

FACTORES	VARIABLES	SUBVARIABLES
Factor de impacto fisiológico	Alimentación y nutrición	Aporte en calorías. Aporte en proteínas. Aporte en vitaminas. Aporte en minerales. Características organolépticas. Grado de satisfacción del hambre. Nivel de sanidad alimentaria.
	Salud	Porcentaje de población enferma. Factibilidad real de acceso a la medicina. Enfermedades sociales: venéreas y por adición incluyendo drogas. Endo y Ectoparasitismo. Enfermedades transmisibles. Enfermedades mentales. Grado de conocimiento sobre higiene y salud.

	Sanidad ambiental	Agua. Efluentes cloacales. Aire. Ruidos. Olores. Basuras y chatarras. Plagas.
Impacto psico-fisiológico	Vivienda	Superficie de construcción útil. Estabilidad. Protección contra agentes externos. Aislamiento y privacidad. Confort. Funcionalismo. Iluminación natural y ventilación. Iluminación artif., facilidades para elaboración de alimentos y de aseo personal.
	Estética ambiental	Belleza escénica integrada por elementos naturales. Belleza de los elementos antropógenos en el ambiente. Armonía del conjunto de elementos naturales y antropógenos. Sentido de propiedad y pertenencia de la imagen. Apreciación social de la estética ambiental.
	Posibilidades de descanso y recreación	Sueño y descanso. Deportes. Programación y espectáculos. Juegos infantiles. Vacaciones y paseos.
Factor de desarrollo cultural para la participación del individuo en la comunidad	Posibilidades de desarrollo de aptitudes y capacidades	Años de escolaridad. Analfabetismo. Disponibilidad de establecimientos y medios materiales. Disponibilidad de personal docente. Inducción e incentivo al estudio. Oportunidad y disponibilidad para el estudio. Satisfacción del nivel de aspiraciones individuales.
	Posibilidad de participación efectiva en la comunidad	Nivel y tipo de participación. Frecuencia e intensidad de la participación. Significación de la participación para el individuo. Independencia y libertad para la participación.
	Posibilidad de trabajo adecuado a las aptitudes del hombre	Traslado diario al trabajo. Magnitud del tiempo laboral. Efectos psicológicos del trabajo.

		Efectos fisiológicos del trabajo.
Factor de condicionamiento social	Condicionamiento psicológico derivado de las relaciones humanas	Relaciones interpersonales (cara a cara o presencial). Relación por medio de equipos de comunicación (por medio de comunicación de masas). Relación despersonalizada por intermedio de ruidos, sonidos y símbolos (expresiones). Relación por intermedio de o con instituciones.
	Condicionamiento psicológico derivado del grado de seguridad individual y colectiva	Los acontecimientos bélicos. La violencia social. La delincuencia. Los accidentes.
Factor de dependencia ecológica	Equilibrio y productividad de los ecosistemas	Grado de dependencia en relación al ecosistema. Potencial de producción del ecosistema. Capital biológico que representa el ecosistema. Grado de conservación o de degradación del o de los ecosistemas de los cuales depende el grupo en estudio.
	Estabilidad ecológica ambiental	Deslizamientos, derrumbes. Inundaciones. Avalanchas. Incendios. Fenómenos naturales de efectos previsibles.
	Uso apropiado de los recursos naturales	Criterios de uso de la tierra. Grado de cultura ecológica. Aplicación tecnológica. Retorno de beneficios a la colectividad. Uso del ambiente y de recursos comunes.

**La tercera virtud** de las cinco a que a hacíamos referencia que deben poseer los proyectos y programas de monitoreo de la calidad ambiental es la referente a la participación comunitaria.

Se tiene que numerosas estudios son desestimados muchas veces por los mismos habitantes de la localidad cuando ellas procesan los resultados enmarcándolos en rangos de calidad predeterminados de acuerdo a los criterios de **expertos** sobre, qué es **excelente, bueno, regular, malo** y **muy malo** para un territorio, (las mencionadas *fotos*). Resultan rechazados por que, en estos asuntos y, sobre todo en estos tiempos, las comunidades resultan muy susceptibles y escépticas en cuanto a los criterios evaluativos de su territorio por parte de terceros.

Sin ningún temor a equivocarnos podemos afirmar que una gran parte de las labores de monitoreo medioambiental gozan de cualidades para constituir la base, en propiedad, de un

excelente plan de animación cultural de mas de un tipo de institución comunitaria. Decimos esto porque estas actividades además de tener un alto valor científico, técnico, educativo, cognoscitivo y ético poseen también, en muchos casos, fuertes cualidades recreacionales y lúdicas y en no pocas ocasiones son capaces de generar, por si solas, ingresos económicos en concepto de su práctica, como lo son el monitoreo y observación de aves y la fotografía submarina, la herborización de plantas, la colecta y el montaje de insectos y así, en mayor o menor medida, el resto de las actividades de biomonitoreo de la naturaleza.

Resulta inconcebible como resultamos capaces de desperdiciar las fuentes de información cuando nos ponemos a pensar en la asignatura de Estudios de la Localidad que se estudia en el sexto grados de la enseñanza primaria donde, una masa pronto cercana al medio millón de niños se mueve por todo el país en busca de la información detallada de todas las actividades socioeconómicas y de las características naturales de su entorno vital. Así, sabiéndoles que se dirigen a museos, fabricas, granjas, policlínicas y demás, reuniendo datos de salud, producción, fertilizantes, florísticos y faunales, no hemos visto que los mismos se reviertan una vez que llegan a manos de los maestros en las aulas, en uno de las principales instrumentos de ayuda sistemática de las autoridades de los consejos de gobierno.

**La cuarta virtud** ha lograr por parte de un programa de monitorización de la calidad ambiental de la comunidad estriba en garantizar la imprescindible participación de los factores mas confiables, sabios y de mayor experiencia del entorno comunal o territorio que fue sugerida en el punto anterior.

Ampliando sobre ello ya se ha hecho un lugar común los comentarios críticos y los señalamientos o denuncias que se producen tanto en las reuniones de rendiciones de cuentas como en las colas o las paradas de ómnibus sobre la marea de problemas que existen en las comunidades bajo fuerte stress y que alcanzan como ya vimos un amplio espectro de variables y subvariables que van desde la nutrición, la salud, el transporte, la contaminación, la estética, las posibilidades de trabajo, la recreación, la educación de los menores, el peligro social y así toda una gama que encarna una geografía de nuestros diferentes barrios, comarcas, regiones y localidades del país.

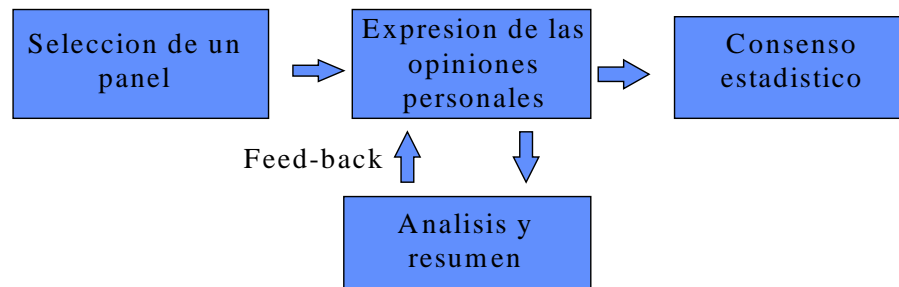
Por todo ello se presenta como importante y urgente la tarea de delimitar y evaluar los diferentes niveles de expresión de las mismas así como su movilidad en aumento o descenso. La posibilidad real de cuantificar estos indicadores de modo sistemático, con vistas a contribuir al control de nuestra acción social tanto de nuestros proyectos actuales como sobre todo de cualquiera de los futuros es una acción que solo puede ser objetiva cuando incorpora en las mismas a las opiniones y la participación pública.

Hace ya por lo menos dos décadas que los métodos de incorporación de las opiniones y de la participación publica se vienen empleando en muy diversos campos pero su utilización en los estudios y en la planificación física del medio es mas reciente y menos difundida a pesar de la capital importancia que reviste la **objetividad** en el establecimiento de los pesos y las asignaciones de valores a descripciones cualitativas mediante el empleo de la participación publica.

La experiencia de muchos países enseña que muchos planes de ordenación territorial y social fracasan al no ser aceptados por las comunidades o personas directamente involucradas, que se sienten injustamente marginadas en la toma de decisiones que les atañe muy directa y particularmente. Ya referimos que las "**decisiones de arriba**" o "**los dictámenes de expertos**" que no incluyen a los entes locales mas concedores de la problemática a tratar conducen en el mejor de los casos al escepticismo que se desliza invariablemente a la indiferencia participativa.

El método DELPHI es un instrumento de participación masiva que explicita las opiniones de la comunidad y las refina conjuntamente a las de los expertos alóctonos. Similar al conocido proceso de las cartas-voto su acción iterativa o de feed-back puede repetirse en rondas sucesivas hasta producirse la estabilidad en las mismas, o sea, la mejor aproximación.

### ESQUEMA DEL METODO DELPHI



El método Delphi puede ser aplicado sin dificultad a una escala graduada de las "**duelas**" (variables y subvariables) de nuestro barril de la Calidad Ambiental y tendríamos las siguientes tablas. (Ver Anexos 1 al 14).

El propio barril puede ser construido con otra variante del método Delphi de refinamiento de la participación de las masas al poder intervenir las mismas en el establecimiento de la importancia de cuáles son en si los factores de impacto, las variables y subvariables más importantes para un territorio dado. (Aunque en este caso se pierde el valor de comparación entre territorios que la adopción de un esquema universal puede brindar).



A pesar del señalamiento de algunos sociólogos de que la opinión escrita de la mayoría es igualmente coactiva que la oral el punto más claro de este proceso está en incorporar niveles más altos de la participación pública en el señalamiento y en la evaluación de objetivos por el efecto de transparencia que se revierte del empleo del mismo.

**Finalmente la quinta virtud**, y no por última la menos importante, que debe reunir un programa de monitoreo de la calidad ambiental por parte de organizaciones comunitarias de un territorio es el de poseer en su estructura una adecuada distribución de tareas entre el reducido personal especializado con que puede contar y los grupos de entusiastas colaboradores "**para-especialistas**".

En efecto, si bien son muchos los indicadores involucrados en la calidad ambiental que resultan amenos de monitorear (y también aquellos que obligatoriamente otros segmentos de la comunidad están obligados a registrar), es cierto que no todos los necesarios como duelas de nuestro "barril ambiental" pueden solventar su recogida (y procesamiento) de información a través de los modos sugeridos. Entre ellos se cuentan algunos de muy específico procesamiento o que requieren un alto nivel de profesionalidad que pueden exigir la contratación de sus servicios por parte de la entidad comunitaria.

Una de las mejores formas de solventar esta situación es realizando con anterioridad el inventario de profesionales y técnicos del territorio involucrado a fin de conocer la capacidad potencial de mano de obra que vive en la comunidad y que, formando parte de ella, pueden y deben ser atraídos a colaborar incentivando su sentido de pertenencia a la identidad local.

Con respecto a la importancia de este inventario puede decirse que la mayor parte de las veces pasa desapercibido por las instituciones comunales que alegan dificultades para su actualización dado el grado de movimiento que puede llegarse a dar en algunas regiones, donde la dinámica de migraciones internas es muy alta, tal como es el caso de las islas y como efectivamente se comprueba en el caso de nuestra Isla de la Juventud. Pero la experiencia indica, de los lugares donde dicho inventario se mantiene en vigencia, utilidades que van mucho más allá de su empleo en las labores de monitoreo. El recurso más importante del territorio es el hombre, antes aún que el suelo o las aguas. De por sí mismo

el registro profesional, técnico y de oficios de una comarca nos da la medida de su **autosustentabilidad** en el know-how territorial .

Otra fuente importante ha tener en cuenta para el adecuado balance y estructura en el equipo de monitoreo comunitario es la participación y utilización de la mano de obra estudiantil de la enseñanza técnica y universitaria. La necesidad de los centros docentes de garantizar por partida doble, la disponibilidad de trabajos de curso de grado y posgrado de sus estudiantes y el prestigio institucional dentro de la comunidad, en la que se hallan insertados, es necesario aprovecharla y es, este, uno de los modos más auténticos de explotar beneficiosamente esta posibilidad.

Para ilustrar de modo final el punto presente y el tema global de la conferencia nos servirá la elaboración de las **bases para el monitoreo del esqueleto territorial de estabilidad ecológica** de los territorios del Valle de los Ingenios y del Programa Sibarimar del Museo Municipal de la Habana del Este. En ambos casos dichas bases fueron realizadas por estudiantes de 4º y 5º años de las carreras de Geografía y de Pedagogía de la Geografía de los territorios mencionados y más aún con colaboraciones entrambos y con entidades comunitarias así como con delegaciones territoriales de entidades nacionales bajo la tutela del Centro Nacional de Conservación, Restauración de Monumentos y Museología (**CNCRM**).

El trabajo con los mismos sirvió especialmente para introducir modificaciones dentro de las variables y subvariables del factor de **impacto** y **dependencia ecológica** de la tabla presentada más arriba. Por ejemplo, la introducción del concepto de **intensidad de carga ecológica** fue analizado en ambos territorios mencionados a partir de la utilización de la siguiente tabla de los autores Laura González Otero y Jorge Luis Machín.

CARGA	TERRITORIOS
<b>MUY ALTA</b> :	Geosistemas tecnógenos: Obras hidrotécnicas, minería a cielo abierto, asentamientos urbanos sin infraestructura ecológica  cultivos menores (hortalizas, raíces, tubérculos), caña y arroz en suelos no aptos para la agricultura intensiva Suelos destinados a ganadería con relieve no adecuado para ello suelos de aptitud forestal sin cobertura vegetal. Territorios con altos valores bióticos que no han sido preservados. suelos salinos o erosionados o con afloramientos rocosos utilizados agrícolamente.
<b>ALTA.</b>	arroz caña cultivos menores roturado periódico uso forestal con erosión alta cultivo no apropiado al subtipo de suelo cauces (o tramos) sin vegetación riparia territorios con factores de stress. territorios poco favorables a la agricultura intensiva

<b>MEDIA</b>	Cuando hay <u>compatibilidad</u> de acuerdo al procedimiento anterior.
<b>BAJA</b>	plantaciones forestales suelos con pastos que permiten la agricultura intensiva
<b>MUY BAJA</b>	cubierta boscosa barbecho con vegetación secundaria arbustiva-herbácea o arbustiva-arbórea

A partir de la evaluación territorial de la intensidad de carga ecológica los diplomantes tutorados por el CNCRM lograron realizar, -entre otros-, los mapas de ***Intensidad de Carga Ecológica*** tanto para el Programa Sibarimar como para el Valle de los Ingenios, Patrimonio Mundial de la Humanidad.

Igualmente confeccionaron el mapa del Esqueleto Territorial de Estabilidad Ecológica. Ambos materiales sintetizan las áreas de mayor valor así como las de mayor sensibilidad ante los efectos del stress ecológico (biocentros, biocorredores, etc.). Si bien estos instrumentos requieren una mano de obra con determinada calificación, su utilización en manos de la comunidad es extraordinariamente valiosa, no solo por el valor informativo y concietizante de los impactos en el medio físico sino por el altísimo valor como mecanismo de animación cultural que adquieren al ser utilizados como bases cartográficas para la participación organizada de distintos segmentos comunitarios, -los más dinámicos y entusiastas-, en la corrección y seguimiento sistemático de dichos límites a partir del empleo de su tiempo libre en función social.



### **VI.3. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE EXTRACCION DE TURBA DEL YACIMIENTO DE LA CIENAGA DE ZAPATA**

María del Carmen Martínez Hernández, Miriam Arcia Rodríguez, Miriam Jordán Díaz, Mario Gutiérrez Padrón, Augusto Martínez Zorrilla, María Antonia Niebla, Alberto Florido Trujillo, Ana C. Travieso Bello, Román Paz, Bárbaro V. Moya, Consultante: Ing. E. Casanova y el Ing. Jorge Mario García.

La ciénaga de Zapata desde principios de este siglo ha sido objeto de varios proyectos encaminados a su desecación con la intención de ampliar las tierras para uso agrícola y utilizar los recursos de turba como abastecimiento de combustible y materia prima para la industria química y la producción de fertilizantes.

En estos últimos años, dada la necesidad que impone el período especial por la carencia de petróleo para el desarrollo del país, se ha ido a la búsqueda de energías alternativas; por lo que se ha revitalizado el proyecto de la explotación de turba en la ciénaga.

En este sentido el gobierno de Cuba dada la importancia que tiene la ciénaga de Zapata desde el punto de vista de su diversidad biológica, la cual puede ser utilizada para la explotación de otros renglones de la economía, como es el turismo y en particular el turismo ecológico, además de importante pilar para la protección de la naturaleza, solicitó a la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) la evaluación del impacto ambiental que producirá la extracción de turba en la ciénaga.

El presente trabajo es la tarea final del resultado, "Evaluación del Impacto Ambiental para el proyecto de extracción de turba del yacimiento de la ciénaga de Zapata".

Esta evaluación parte de los resultados de los estudios realizados anteriormente por el grupo multidisciplinario creado para la realización de este resultado y del Estudio Geográfico integral ciénaga de Zapata (ACC-ICGC, 1993).

Es importante a la hora de leer este documento conocer que los autores han analizado el proyecto a dos niveles, el primero para el sector experimental propiamente dicho, y el segundo, suponiendo que se realice a una escala mayor.

- **Desarrollo de la evaluación de impacto ambiental**

Las EIA nacen ante la necesidad de incluir en los proyectos la protección del medio natural y el uso racional de los recursos naturales, además de considerar los daños socioeconómicos de los proyectos, las consecuencias que pueden traer a corto, mediano y largo plazo.

Las EIA están concebidas como instrumento de conocimiento para tomar una decisión, o sea las EIA son estudios detallados del medio en donde se quiere realizar determinado proyecto, y a partir de este estudio se hacen las valoraciones de los impactos que puede producir la realización de dicho proyecto en ese medio, el análisis de todo lo anterior da como resultado alternativas diferentes para la realización del proyecto o inclusive la negativa de éste, además se proponen medidas de protección a partir de éste para disminuir o atenuar los impactos.

En Cuba, se han realizado estudios y procedimientos para las evaluaciones ambientales a los proyectos de inversiones en la etapa de los estudios de microlocalización por los especialistas de la Comisión Nacional para la Protección de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (COMARNA), y ya en 1978 existían artículos como el 26 y el 28 del Decreto No 105 que contemplan la evaluación de conjunto ante una tarea de inversión con los organismos rectores de actividades específicas, y la obligación de consulta que realiza el IPF con los organismos con responsabilidades ambientales (artículo 14, Procedimientos de macrolocalización, IPF, 1978).

De acuerdo a lo que establece el Reglamento del Proceso Inversionista vigente, durante la elaboración de la documentación preparatoria a los proyectos de inversión, se debe realizar el proceso de selección del área de la obra, y en el artículo 62 de este reglamento se expresa que la selección del área, además de garantizar el funcionamiento más económico posible debe satisfacer los objetivos de lograr el mayor aprovechamiento de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente.

Actualmente se encuentran elaborando los Lineamientos y la Metodología para las E.I.A. en Cuba, por la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

El medio ambiente es el resultado de las relaciones que se establecen entre la sociedad y la naturaleza producto de la actividad del hombre en la creación de bienes materiales para la satisfacción de sus necesidades; y se le considera como un sistema abierto de formación histórica, con expresión espacial y evolucionando en el tiempo.

El estudio y la caracterización del sistema teniendo en cuenta los procesos de interrelación y los flujos que se dan entre los diferentes subsistemas que lo componen dan la estructura y dinámica del conjunto y proporciona un diagnóstico del estado actual que permite analizar y predecir algunos comportamientos y tendencias futuras de los elementos que integran el medio ambiente, y de éste con respecto a su entorno. Por lo que este estudio nos permite la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales tanto positivos como negativos, siendo posible valorar diferentes alternativas, tratando de encontrar la óptima para preservar los valores que se deben de conservar dentro o fuera del sistema.

El impacto ambiental es una acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en algunos componentes del medio, estos pueden ser directos o indirectos; a corto, mediano o largo plazo; acumulativos, reversibles o irreversibles; inevitables.

Teniendo en cuenta que las EIA deben acometerse por equipos multidisciplinarios se creó un grupo de especialistas de las siguientes temáticas: clima, geología, biogeografía, edafología, geomorfología, ciencias sociales y geógrafos ambientales, con los cuales se comenzó a trabajar en base a una metodología compilada, procesada y elaborada por las autoras principales de esta EIA, dicha metodología será incorporada en algunos de sus acápites a la que se está elaborando en estos momentos por la Comisión Nacional de EIA a la cual pertenecen las autoras.

- **Informe del Estudio de Impacto Ambiental**

Como primer paso se procedió al Estudio y Descripción del proyecto como parte esencial y primaria para la EIA, donde se determinaron las fases y características del mismo.

En un 2do paso se hizo un resumen de la historia ambiental de la ciénaga de Zapata, elemento incorporado por dos de los autores a la metodología de las EIA, que consideramos que para poder prever o pronosticar cambios en un medio, es necesario conocer como ha sido la transformación de ese medio y las respuestas que éste ha dado a esas transformaciones.

En el tercer paso se hizo la caracterización de los diferentes elementos de los medios naturales y socioeconómicos, en la cual participaron el equipo multidisciplinario creado, con el objetivo de conocer cada uno de los elementos del medio para poder predecir a partir de cada fase del proyecto el comportamiento posible. (Línea base ambiental)

El 4to paso, el estudio actual del medio ambiente, es también una propuesta de dos de los autores conjuntamente con otros especialistas a las metodologías de EIA, ya que consideramos que el medio ambiente es imposible entenderlo o caracterizarlo, si no se representa producto de las interrelaciones de los diferentes elementos.

Para ello se hizo el mapa de función del territorio, donde se determinaron las unidades ambientales funcionales, que están dadas por las formaciones vegetales, los factores litoedáficos, zonales e hídricos que conforman las funciones naturales y seminaturales, y las funciones antrópicas que se delimitan por la influencia y actividad desarrollada por el hombre en el territorio.

En esta misma etapa se determinaron a partir de las fuentes de estrés que los ocasiona los impactos ambientales actuales que son acciones que producen alteraciones en el medio o en algunos de sus componentes, pueden ser favorables o desfavorables, y los impactos producidos pueden ser directos o indirectos, a corto, mediano o largo plazo; acumulativos, reversibles o irreversibles e inevitables.

5to paso Una vez descrito el proyecto, caracterizado los elementos y determinado el estado actual del medio ambiente se pasó a la identificación de impactos producto de la realización del proyecto, lo que dió como resultado una lista de identificación de impactos.

Se decidió escoger este método por poseer solamente listas de chequeo o referencias para otros casos generales y al ser éste un proyecto tan específico, no se adecuaban a las listas existentes.

A partir de la lista confeccionada se realizaron grafos de relación causa - efecto por poseer ciertas ventajas. Los grafos producen los modelos más elementales posibles que los analistas pueden utilizar para representar el funcionamiento de un ecosistema.

La EIA no puede considerarse como un simple fenómeno de causa o efecto o de acción y reacción, si no que es necesario su análisis por intermedio del análisis de sistemas. La teoría del análisis de sistemas muestra que las interacciones entre las personas y su ambiente son, en realidad mucho más complejas y a su vez facilita la comprensión de la naturaleza de

las interacciones que pueda tener un elemento del sistema sobre el conjunto, así como sobre los elementos individuales del sistema.

Se utilizó además la encuesta a un panel de expertos tipo Delphi, éste consiste en someter un cuestionario preparado al efecto a una serie de expertos, que responden individual y anonimamente, después nosotros analizamos las respuestas e hicimos una síntesis que fué nuevamente sometida a consideración de los expertos, con ello se perfeccionó la identificación de impactos y además se evaluó cada uno de ellos para ayudar a la caracterización y valoración cualitativa de los impactos; los conceptos utilizados fueron: tipo de impacto, magnitud, significado, certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión y reversibilidad.

Los impactos identificados fueron 77, los mismos fueron analizados según el tipo de impacto que es, o sea, si es primario, secundario, etc. Los impactos se refieren a las etapas de construcción y explotación del proyecto. También se determinó el grado de importancia del impacto y el carácter del mismo.

Los mayores impactos se producen a la biota, el agua y el relieve, relacionados en orden de importancia, le siguen los aspectos estéticos, suelo, factores socioeconómicos, salud, clima, aire, turba, economía y litología, algunos de los cuales necesitarían monitoreo y mayor grado de estudio para poder definir mejor los impactos que se producirían.

Los valores de importancia obtenidos van desde 10 a 26, por lo que los agrupamos en los siguientes intervalos de importancia 10 a 13 (baja), 14 a 17 (moderada), 18 a 21 (media), 22 a 25 (mayor) y 26 (máxima).

Para facilitarnos el resumen y la evaluación de los impactos aplicamos un método que consideramos que es uno de los más adecuados para una EIA. Consiste en disponer las acciones del proyecto y los factores del medio, ambos ordenados en forma de lista. Cada impacto tiene que evaluarse, con los conceptos siguientes: 1-Signo (+ Beneficioso) (- Perjudicial) (x previsible pero difícil de calificar sin estudios de detalle); 2- Intensidad (1 Baja) (2 Media) (3 Alta); 3- Extensión (1 puntual) (2 parcial) (3 extenso); 4- Momento en que se produce (3 inmediato)(2 medio) (largo plazo); 5- Persistencia (1 temporal) (3 permanente); 6- Reversibilidad del efecto (4 imposible) (3 largo plazo) (2 medio plazo) (1 corto plazo); 7- Significado (3 mayor) (2 medio) (1 Bajo); el octavo espacio es el valor de una fórmula para obtener la importancia del impacto  $(3 \times \text{valor de la intensidad}) + (2 \times \text{valor de extensión}) + \text{valor del momento} + \text{valor de persistencia} + \text{valor de reversibilidad} + \text{valor de significado}$ .

Una vez realizada esta lista que nos permitió resumir la identificación y la evaluación de impactos, se realizó la propuesta de alternativas y fueron planteadas las medidas preventivas, correctoras y de restauración.

#### 1- Alternativas.

Escoger un lugar que las afectaciones que se produzcan sean controlables y que no afecten a ecosistemas de gran importancia o a recursos como el agua que son imprescindibles para cualquier actividad que se realice en la ciénaga y principalmente el turismo, el cual puede contribuir grandemente en ganancias a nuestro país.

En cuanto al turismo es necesario resaltar la importancia que tiene la ciénaga de Zapata. Anteriormente, ya se han mencionado los valores naturales, además del considerable aporte económico que se pueden obtener por esta vía, está la cuestión de la protección de los grandes valores bióticos y abióticos que posee.

Recomendamos como mejor alternativa, tomar esta evaluación como estudio de prefactibilidad para posteriormente, realizar una evaluación económica que valore, a partir de un estudio técnico de la extracción el costo - beneficio, cantidad de turba explotable, costo de maquinarias a utilizar, necesidad de preparación del terreno y gastos para su extracción de acuerdo con las características del terreno y de la turba.

Además se debe introducir en la evaluación ecológica, los valores de pérdida por concepto ecológico. De todas maneras podemos concluir a partir del estudio realizado, que no recomendamos la explotación de la turba ni a media, ni a gran escala.

## 2- Medidas preventivas y correctivas (Medidas de mitigación)

Esta parte de la Evaluación de Impacto Ambiental tiene como objetivo definir para cada componente del proyecto las medidas requeridas para la protección del medio ambiente y eliminar o atenuar los impactos producidos por el proyecto.

O sea contribuir mediante el seguimiento de medidas y normas a la prevención o la alteración innecesaria del paisaje.

Es necesario seguir las normas técnicas establecidas para desbroce, canalización, aguas residuales, control de ruidos, conservación de los suelos, etc.

La capa de arcilla debe ser conservada estrictamente pues es un límite entre diferentes horizontes acuíferos, pues su ruptura o disminución puede provocar ventanas adicionales con la consiguiente pérdida del agua subterránea a través de ella. Al extraer la turba deben dejarse 50 cm para proteger la capa de arcilla o propiciar la regeneración de la turba.

Recomendamos para la extracción de turba utilizar el método de la draga de succión ya que está considerado como el mejor, el mismo es mediante turbaplenes paralelos y canales, el recurso de esta forma tiene mayor aprovechamiento y posteriormente la recuperación es más rápida.

En el área de secado no debe de acumularse la turba en pilas grandes para evitar la autocombustión.

En el área de extracción alrededor de las casimbas debe de dejarse un cordón de protección.

Las vías de acceso para el área de extracción y secado deben ser las mínimas indispensables.

En la creación de los turbaplenes es necesario que su ancho sea solamente el necesario y que no se exceda para evitar la degradación innecesaria del ecosistema.

En el transporte de la turba es necesario tomar medidas de precaución en cuanto al embalaje, de forma tal que no se desperdicie la turba extraída y además una vez seca, evitar la contaminación de las carreteras y el aire.

### 3.-Medidas de recuperación

Seguir los planes de recuperación del territorio una vez efectuada la extracción de turba. Se han realizado estudios acerca de como resolver la problemática hídrica que traería la extracción de turba por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, quienes plantean varias alternativas entre ellas rellenar el lugar de donde se extraiga la turba con determinados materiales que sustituyan la capa de turba, reforestando posteriormente el área.

Una vez terminada la función del área de secado, debe dejarse una capa de turba para favorecer el crecimiento de una vegetación permanente con vistas a recuperar esa área, dicha vegetación puede ser aprovechable desde el punto de vista económico.

### 3- Control y monitoreo

Los pasos a realizar en el control y monitoreo del área son los siguientes:

- 1- Identificar las acciones del proyecto que podrían causar perturbaciones en el ambiente natural, o que se sabe están relacionadas con problemas ambientales.
- 2- Identificar los recursos predominantes o los datos sobresalientes de la línea base que por su número, extensión o generalidad probablemente serán afectados de alguna forma.
- 3- Seleccionar entre estos recursos o condiciones de la línea de base aquellas características ambientales que parecen merecer más atención debido a su predominio dentro de los datos básicos o a su aparente susceptibilidad a perturbaciones de importancia, o, a efectos adversos que se sabe pueda traer consigo el proyecto.
- 4- Recopilar toda la información existente proveniente de investigaciones en relación con las características ambientales de interés.
- 5- Identificar aquellas características ambientales sobre las que pueda hacer un seguimiento objetivo y sobre las que existan datos útiles en la investigación bibliográfica.
- 6- Identificar cualquier restricción que la estacionalidad o los programas de construcción y operación puedan producir sobre el monitoreo de las características identificadas en el paso 5.
- 7- Diseñar un programa limitado de recomendaciones de monitoreo que reconozca las deficiencias en la bibliografía existente y restricciones en la programación del proyecto.

El monitoreo debe incluir los controles siguientes:

- Calidad de aguas
- Reconocimiento del área del proyecto
- Supervisión general del área.
- Seguimiento de las normas para la explotación de recursos.

Control de calidad de aguas permanente

- Controlar calidad de las aguas en los pozos - Controlar calidad del agua potable

Reconocimiento del área del proyecto.

- 1- Recorrido general del área en compañía del personal del proyecto.
- 2- En cada frente de trabajo, se verifica el cumplimiento de las especificaciones ambientales
- 3- Se hacen anotaciones de lo que se observa en el terreno. 4- Al terminar la visita, se efectúa una reunión con los ingenieros de campo, se formulan las observaciones y se elabora un informe de visita.
- 5- Las anotaciones de campo se recopilan en un file
- 6- Se hacen recomendaciones y se verifican en las visitas siguientes el cumplimiento de esas recomendaciones.

El Control ambiental dentro del área, estará a cargo de un geógrafo ambiental como responsable. El cumplimiento de las normas y de la observación de la flora y la fauna estarán a cargo de un biólogo y un ingeniero forestal.

En el laboratorio: 1 especialista ambiental, 1 químico y 1 auxiliar. Estos serán: Responsables del programa de control de calidad de aguas y tienen bajo su responsabilidad la toma de muestras en pozos y otros lugares.

Un elemento importante de detección de contaminantes es el programa de hidrometría: - Base continua de registros hidrológicos - Registros del recurso disponible - Evaluar el efecto real del proyecto en cuanto a cantidades disponibles - Control piezométrico Cualquier cambio detectado durante el proceso de explotación tanto en las condiciones hidrodinámicas como hidroquímicas del territorio deberán ser informadas a las autoridades pertinentes con el fin de tomar medidas necesarias para evitar daños mayores.

Supervisión general del área

Poner puntos de monitoreo alrededor del área del proyecto, con el objetivo de detectar cualquier tipo de cambios que existan en los alrededores.

Seguimientos de las normas

Controlar que realicen la explotación del área siguiendo las normas establecidas para cada caso, para evitar daños innecesarios al medio ambiente.

- **Consideraciones finales**

- Esta EIA debió contar con el monitoreo para su realización, ya que la mayor parte de la descripción de la línea base ambiental se elaboró a partir del Estudio Integral de la Ciénaga de Zapata (1993), el Informe hidrogeológico inicial de la influencia de la explotación de turba en el sector experimental (1993) y el Informe final de exploración de explotación de turba. Ciénaga de Zapata. Sector Experimental (1993). Esto es importante desde el punto de vista de la predicción del comportamiento del ecosistema, siendo necesario para ello un monitoreo que nos permita caracterizar la dinámica y funcionamiento del mismo; además durante la explotación que se realice en el Sector Experimental debe mantenerse este monitoreo.

- Se realizó la evaluación de impacto ambiental del sector experimental que se ha venido explorando y explotando, a pesar de haber tenido acceso al informe de explotación como

tal, así como de algunos datos que hubiesen permitido profundizar más, nos basamos en el Informe final de exploración de turba en este sector experimental. Además de analizar la explotación de turba en este sector experimental, también se hizo un análisis en la hipótesis de una extracción a mayor escala.

Consideramos que la explotación no debe realizarse a mayor escala teniendo en consideración el gran valor que tiene para la biodiversidad la ciénaga de Zapata y los cambios irreparables que puede acarrear a partir de la afectación del recuso hídrico.

- Debe introducirse una evaluación ecológica con valores de pérdida por concepto ecológico.
- Es necesaria una evaluación tecnológica de la extracción de turba por un equipo técnico.
- Además debe de existir una evaluación económica que valore, la cantidad de turba explotable, y el costo de su extracción. Para poder realizar un balance de Coste-Beneficio.
- En caso de explotación a gran escala (miles de Km<sup>2</sup>), se pueden esperar modificaciones mesoclimáticas tales como: cambios en los procesos de mesoescala de tipo convectivo que implicaría la generación de regímenes locales de vientos (divergentes) y a su vez implicaría cambios sustanciales del régimen de precipitaciones.
- Al realizar la extracción de la turba a nivel del yacimiento a gran escala se eliminaría la capa de turba que sirve de contención de la capa de agua salinizada, éstas ocuparían espacios libres dejados por la turba, y a su vez el agua salinizada iría penetrando y salinizando los suelos con el consecuente cambio de los ecosistemas.
- Al realizar la extracción de la turba a nivel del yacimiento a gran escala se eliminaría la capa de turba que sirve de contención de la capa de agua salinizada, éstas ocuparían espacios libres dejados por la turba, y a su vez el agua salinizada iría penetrando y salinizando los suelos con el consecuente cambio de los ecosistemas. La salinización de los suelos traería como consecuencia la transformación de la vegetación de las áreas afectadas, variando el ecosistema y provocando la migración de la fauna. Esta salinización también afectaría los pozos de abastecimiento de agua potable para la población y turismo o riego.
- Consideramos importante como alternativa económica la Evaluación general de la ciénaga de Zapata realizada por el Departamento de Hidrogeología del Centro Nacional de Hidrología y Calidad de las aguas, para el PCT de Turismo.



## **EVALUACION GEOECOLOGICA A PARTIR DE LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PARQUE NACIONAL MARINO PUNTA FRANCÉS**

MSc. Augusto Martínez Zorrilla y MSc. María del Carmen Martínez Hernández

En este artículo se aplican los métodos de identificación y evaluación de impactos para realizar la evaluación ecológica del área del Parque Nacional Marino de Punta Francés, Isla de la Juventud utilizando como base para ello los geosistemas lo que nos permite hacer las valoraciones en unidades homogéneas y paralelamente se hizo por cada factor ambiental del territorio.

Para la caracterización de los geosistemas o paisajes actuales, se utilizó la metodología del análisis sistémico de Martínez, M.C. y Luis, J. (1989), así como la seguida por Lacina, Jan y Martínez, M.C. (1993) y por Martínez, A y M.C. Martínez (1996), donde se puede definir como sistema a la unidad de síntesis ambiental, y que está diferenciada por el uso y función del territorio, denominada geosistema.

Para la determinación de los geosistemas o paisajes actuales del Parque Nacional "Punta Francés" se utilizó el análisis sistémico de los valores abióticos, bióticos y socioeconómicos asociados entre sí, obteniéndose un enfoque funcional en el análisis. Se tomo en cuenta la Norma Cubana de los Paisajes (Comité Estatal de Normalización 93-06-101 / 1978). Donde se analizaron los rasgos entre los componentes de los geosistemas o paisajes actuales en tres niveles taxonómicos que son: Tipos, Subtipos y Especies.

Se utilizaron los índices diagnósticos utilizados para determinar los tipos de geosistema o paisaje actual de Martínez, A y M.C. Martínez, (1996):

- . El complejo de mesoformas del relieve y su basamento geológico.
- . Homogeneidad del clima en lo referido al régimen anual de precipitación.
- . Similares condiciones hidrogeológicas e hidrológicas.
- . Predominio de uno o varios tipos de suelos
- . Formación vegetal y uso de suelo.
- . Factores antropogénicos que influyen en las características actuales y tendencias evolutivas de los geosistemas.

Los índices diagnósticos utilizados para distinguir los subtipos de geosistemas fueron las particularidades geomorfológicas: la altimetría, la ubicación en unidades morfoestructurales y la posición relativa con respecto al mar y su influencia; la litología; y la combinación de tipos de suelos y de las asociaciones vegetales correspondientes a una formación vegetal o a un mismo tipo de uso de suelo.

Para la distinción de las especies se utilizaron los índices diagnósticos siguientes: la geomorfología y litología dentro del tipo correspondiente; el tipo de suelo; el predominio de una formación vegetal natural, o vegetación cultural, o acción antrópica en uno o varios tipos de suelo.

Como resultado del análisis los geosistemas quedaron definidos de la siguiente forma:

Terrestres:

- I- Llanura marina palustre acumulativa ( $H < 1\text{m}$ ) inundada, salinizada, con suelos hidromórficos con manglar.
- II- Llanura marina acumulativa, abrasivo – acumulativa ( $H < 4\text{m}$ ) sobre rocas carbonatadas, en parte con carso desnudo, con vegetación de costa arenosa, costa rocosa y bosque semidecídulo, con desarrollo turístico en el área de playa.
- III- Llanura marina abrasivo-acumulativa ( $1 < H < 8\text{m}$ ), sobre rocas carbonatadas, en partes con carso desnudo, con suelo de rendzinas negras y pardas, con vegetación de bosque semidecídulo y secundaria, antropizada por la construcción de un camino.

Marinos:

- IV- Llanura acumulativa plana de mares interiores muy someras, con profundidades de 0 – 4 metros, con substratos areno – fangoso y fangoso con predominio de pastos marinos.
- V- Llanura acumulativa y abrasivo – acumulativa plana, somera con profundidades de 0 – 8 metros, con substratos areno y arenoso – fangoso con pastos marinos y alto desarrollo del turismo de playa.
- VI- Llanura abrasivo – acumulativa, poco profunda entre 8 y 20 metros con substratos areno – rocoso y coralino, con actividad de buceo.
- VII- Llanura abrasivo inclinada, diseccionada, profunda entre 20 y 60 metros, con substrato rocoso – coralino.

La identificación de los impactos se hizo por cada uno de los factores ambientales y geosistemas, definiendo cuáles de ellos se encuentran en mejor estado de conservación y cuáles han sido más afectados con el objetivo de desarrollar a partir de los resultados una estrategia para su mitigación.

Se entiende como impacto ambiental el efecto que una determinada acción directa del hombre sobre el medio produce en sus distintos componentes, en este caso a los geosistemas y factores ambientales. Este efecto puede ser sobre uno, varios o todos los geosistemas, y originar tanto una modificación de sus características naturales y funcionales, como un cambio de aspecto de la estética del geosistema en sentido general.

- *Identificación de impactos sobre los geosistemas terrestres y marinos en el parque nacional punta francés*

El método seleccionado para la evaluación de los impactos ambientales es una adaptación, a partir de los objetivos y del nivel de información, del método aplicado en el Estudio de Impacto Ambiental por la extracción de turba en la ciénaga de Zapata (Martínez, M.C. y colaboradores, 1994) que a su vez se realizó con la integración de varios métodos: tormenta de ideas, panel de expertos tipo Delphi, diagramas causa- efecto, etc.; también se tuvo en cuenta para la evaluación de los impactos, los criterios utilizados por Gómez Orea, (1988) que permite evaluar los impactos desde diversas perspectivas.

Para la determinación de los impactos se realizó una tormenta de ideas con especialistas que han trabajado en el área, de ellos: 2 ingenieros agrónomos del CITMA Isla de la Juventud (de 15 y 9 años de experiencia), una ingeniera forestal del CITMA Isla de la

Juventud (con 5 años de trabajo), cinco geógrafos pertenecientes al CNAP, a GEOCUBA, al Instituto de Geografía Tropical y a la Empresa Mixta CUBANCO (con 13, 15, 17, 18 y 20 años de experiencia), tres biólogos marinos, dos de ellos del Instituto de Oceanología y uno de Marina Puerto Sol (con 5, 15 y 17 años de experiencia) y un botánico del CITMA Isla de la Juventud (10 años de experiencia). Además, para identificar y evaluar los impactos en el área marina, se utilizó el método de encuestas (Anexo 4) a seis buzos del Centro Internacional de Buceo del Colony con más de 10 años de experiencias en la zona, a dos biólogos marinos de Marina Puerto Sol, que trabajan en el área y a 12 turistas que han frecuentado por varios años el área de buceo. Se utilizaron los datos del reconocimiento ambiental efectuado por Martínez y colaboradores en 1997.

Los criterios usados han sido ampliamente aplicados en los Estudios de Impacto Ambiental a nivel internacional fundamentalmente en España y América Latina por Gómez Orea y son: carácter, magnitud, importancia, reversibilidad, duración, certeza, tipo y tiempo en aparecer; en algunos casos su valoración es cualitativa y en otros cuantitativa a través de una ponderación. Por ello se identifican los impactos valorados para conocer su importancia, con el objetivo de efectuar una evaluación global que permita adquirir una visión integrada y sintética de la incidencia ambiental.

Para ello tendremos presente los geosistemas terrestres diferenciados al principio de este capítulo con su numeración correspondiente.

Las acciones antrópicas que se identificaron como causa de los impactos existentes en el área terrestre (Orden cronológico) son las siguientes:

- A- Construcción de caminos
- B- Construcciones en la duna
- C- Tala rasa del sotobosque
- D- Tala ilegal de mangle.
- E- Introducción de especies exóticas de la flora
- F- Introducción de especies exóticas de la fauna
- G- Construcción y funcionamiento de planta eléctrica del Centro Internacional de buceo El Colony.
- H- Evacuación de residuales del ranchón.
- I- Generación de microvertederos para residuales sólidos.
- J- Movimiento de turistas por el área de playa.
- K- Utilización turística del territorio

Los impactos ambientales identificados en el área terrestre son:

- 1- Pérdida de la cobertura vegetal por desbroce para la construcción del camino.
- 2- Cubrimiento del suelo natural por el relleno de áreas.
- 3- Afectación del escurrimiento superficial natural como consecuencia de las barreras físicas creadas por el terraplén
- 4- Alteración de la morfología del relieve por construcción del camino
- 5- Interrupción de la regeneración natural
- 6- Disminución del grado de humedecimiento del suelo al eliminar la capa vegetal

- 7- Disminución del contenido de materia orgánica y nutrientes del suelo
- 8- Disminución de la biodiversidad por deforestación
- 9- Intensificación de los procesos exógenos por intromisión humana
- 10- Erosión de la parte superior de la duna por instalaciones para uso del turismo
- 11- Disminución del proceso de formación del suelo por limpieza del sotobosque
- 12- Disminución de las poblaciones de algunas especies vegetales por intromisión humana
- 13- Entrada de especies sinantrópicas no típicas del territorio.
- 14- Alteraciones conductuales de algunas especies de la fauna por movimiento humano
- 15- Competición de fauna introducida con la nativa
- 16- Contaminación por hidrocarburos de la planta eléctrica al suelo
- 17- Contaminación por residuales orgánicos a la laguna y al suelo
- 18- Proliferación de vectores por vertederos
- 19- Afectaciones al perfil de la playa por uso intensivo del área
- 20- Alteración de los valores estéticos del paisaje por dispersión de tomboas (camas plegables) en la playa
- 21- Afectación a diferentes grupos faunísticos por efecto de la fumigación
- 22- Desplazamiento de la fauna por trasiego de transporte y personas
- 23- Alteraciones de las condiciones del hábitat por ruido
- 24- Proliferación de vertederos

#### A- Matriz de identificación de impactos en el área terrestre por tipos de geosistemas

GEOSIS-TEMAS	ACCIONES										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
I				8				17			
II	1,2,3,4 5,6,7,8 9	1,3,4,5 6,7,8,9 10,11, 12,13 14	6,7, 11,13		13	15	16	17	17,18,2 4	10,19	14,18,1 9,20,21 ,22,23, 24
III	1,2,3,4 5,6,7,8 9				13	15			17,18,2 4		21,22,2 3

De la misma forma utilizaremos los geosistemas marinos identificados con su numeración correspondiente, para la identificación de los impactos en el área marina.

Las acciones antrópicas identificadas como causantes de los impactos en el área marina.

- A- Construcción de espigones
- B- Construcción de restaurante sobre pilotes en el mar
- C- Buceo autónomo
- D- Buceo con snorkel
- E- Boyas de amarre
- F- Actividades náuticas
- G- Baños en el área de playa hasta 1.80m
- H- Pesca legal en el área y sus alrededores
- I- Anclaje de embarcaciones

J- Pesca ilegal

K- Movimiento con lanchas rápidas y acercamiento al área de cruceros

Los impactos ambientales identificados en el área marina son:

- 1- Alteración del flujo de la corriente y al fondo marino por el hincaje de pilotes
- 2- Contaminación con residuales sólidos y líquidos
- 3- Disminución del valor estético por residuales no biodegradables en los fondos marinos
- 4- Daño a los corales y gorgonias al tocarlos y rozarlos los buzos con el cuerpo o por resuspensión de sedimentos por estos a profundidades de más de 4 metros.
- 5- Daño a los corales y gorgonias al pararse los buzos sobre ellos, tocarlos con las manos, partarlos, y por resuspensión de sedimentos a profundidades menores de 4 metros.
- 6- Destrucción de corales por amarre inadecuado de boyas
- 7- Destrucción de pastos marinos por movimiento de medios náuticos en el área de playa
- 8- Destrucción de pastos marinos por trasiego de bañistas
- 9- Emigración de especies de la fauna por intervención humana
- 10- Disminución del número de especies marinas por captura legal e ilegal
- 11- Destrucción de los corales por el anclaje
- 12- Deterioro de los fondos marinos por roce, turbidez y movimiento de sedimento por las lanchas rápidas
- 13- Contaminación sónica

#### **B- Matriz de identificación de impactos en el área marina por tipos de geosistemas**

GEOSISTEMAS	ACCIONES										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
IV									9,10		9,10
V	1,2,3	1,2,3	9	5,9	7,12	6	7,8,9	8,9	9,10	11	9,10
VI			4,9	5,9	7,12 13	6			9,10	11	9,10
VII			4,9			6			9,10	11	9,10

Existe un grupo de afectaciones de carácter natural que no son recogidas por las matrices fundamentalmente en el área marina. Estas son los impactos por fenómenos meteorológicos severos como huracanes, frentes fríos y tornados, ya que las olas producidas por ellos afectan a los fondos marinos partiendo los corales, aumentando la sedimentación sobre los corales, desplazamiento de arena, creación de zorribos, y otros, así como también debemos señalar la surgencia de agua dulce en el mar por el desagüe de las lagunas interiores que crean turbidez en las grandes lluvias. Por otra parte hay que mencionar la sedimentación sobre los corales y por último la elevación de la temperatura del mar.

#### *2- Identificación de impactos sobre los factores biofísicos terrestres y marinos, y los factores socioeconómicos en el Parque Nacional Punta Francés*

Los impactos anteriormente identificados por cada uno de los geosistemas terrestres y marinos, se identifican ahora por cada uno de los factores ambientales tanto terrestres como marinos.

Los impactos de carácter socioeconómico se analizan en los acápite correspondientes a los factores ambientales terrestres y no por geosistemas, por ello aparecen identificados y son los siguientes:

25- Generación de nuevas plazas laborales

26- Mejoramiento de vías de comunicación

28- Actividad financiera como respuesta a la llegada de los cruceros

27- Ingresos monetarios por el ranchón del CIB Colony

#### A- Matriz de identificación de impactos en el área terrestre por factores ambientales

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Abióticos	Relieve	4	4,9, 10								19	19
	Suelo	2,6,7	6,7, 11,1 5	6,7				16	17	24		
	Aguas	3							17		15	
Bióticos	Vegetación y Flora	1,5,8	5,8, 13	8,11	8	13	15					
	Fauna	12	12,1 4							18		14,2 1,22 ,23
Percep- tual	Estética del Paisaje										20, 23	24
Socio - Econó- micos	Fuerza de Trab.										25	25
	Viales											26
	Actividad Financiera										28	27 28

#### B- Matriz de identificación de impactos en el área marina por factores ambientales.

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Abióticos	Fondos Marinos	2,3	2,3			12					11	
	Aguas	1,2	1									
Bióticos	Vegetación y Flora			4,5	4,5			7	8			
	Fauna		4,5	4,5	13	13	6			9, 10	11	9,10

#### 3- Valoración y evaluación de impactos

El resultado final de la evaluación realizada se expresa en la tabla siguiente por el carácter del impacto, y el valor de la importancia del mismo, tanto para el geosistema como para los factores ambientales.

#### A- Valoración de impactos en el área terrestre

IMPACTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1- Pérdida de cobertura vegetal	-	(3)2	(2)1	1	3	1	1	C	-14
2- Cubrimiento del suelo por relleno	-	(3)2	(2)1	1	3	3	1	C	-16

3- Afectación al escurrimiento	-	(3)1	(2)1	1	3	3	1	C	-13
4- Alteración de la morfología del relieve	-	(3)2	(2)1	1	3	3	2	C	-17
5- Interrupción de la generación natural	-	(3)1	(2)1	1	3	1	1	C	-11
6- Disminución del grado de humedecimiento	-	(3)2	(2)1	1	1	1	1	C	-12
7- Disminución del contenido de materia orgánica	-	(3)2	(2)1	1	3	1	1	C	-14
8- Disminución de la biodiversidad	-	(3)1	(2)1	1	1	2	1	C	-10
9- Intensificación de procesos exógenos	-	(3)2	(2)1	1	2	2	1	C	-14
10- Erosión de la duna	-	(3)1	(2)1	1	2	3	1	C	-12
11- Disminución de los procesos de formación del suelo	-	(3)1	(2)1	1	3	1	1	C	-11
12- Disminución de las poblaciones de algunas especies vegetales	-	(3)1	(2)1	1	1	1	1	C	-9
13- Entrada de especies sinantrópicas no típicas del territorio	-	(3)1	(2)1	1	1	2	1	C	-10
14- Alteraciones conductuales de especies de la fauna	-	(3)2	(2)1	1	2	1	1	C	-13
15- Competición de fauna introducida con la nativa	-	(3)1	(2)1	1	1	3	1	C	-11
16- Contaminación por hidro-carburos	-	(3)1	(2)1	1	2	1	1	C	-10
17- Contaminación por residuos orgánicos	-	(3)1	(2)1	1	2	1	1	C	-10
18- Proliferación de vectores	-	(3)1	(2)1	1	2	1	1	C	-10
19- Afectaciones al perfil de la playa	-	(3)1	(2)1	1	2	3	1	C	-12
20- Alteración de los valores estéticos	-	(3)2	(2)1	1	3	1	1	C	-14
...									
21- Afectación a diferentes grupos faunísticos por la fumigación	-	(3)1	(2)1	1	1	2	1	C	-10
22- Desplazamiento de la fauna por trasiego de transportes y personas	-	(3)1	(2)1	1	2	1	1	C	-10
23- Alteraciones del hábitat por ruido	-	(3)2	(2)1	1	3	1	1	C	-14
24- Proliferación de vertederos	-	(3)2	(2)1	1	3	1	1	C	-14
25- Generación de nuevas plazas laborales	+	(3)1	(2)1	1	2	3	1	P	+12
26- Mejoramiento de vías de comunicación	+	(3)2	(2)1	1	2	3	1	P	+15
27- Actividad financiera por los cruceros	+	(3)2	(2)1	1	2	3	1	P	+15
28- Ingresos monetarios del ranchón	+	(3)2	(2)1	1	2	3	1	C	+15

### B- Valoración de impactos por geosistemas en el área terrestre

GEO SISTEMA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	TOTAL
I				-10				-10				-20
II	-121	-160	-47		-10	-11	-10	-10	-34	-24	-97	-524
III	-121				-10	-11			-34		-34	-210
TOTAL	-242	-160	-47	-10	-20	-22	-10	-20	-68	-24	-131	-754

### C. Valoración de impactos por factores ambientales en el área terrestre

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Total
Abióticos	Relieve	-17	-43								-12	-24	-96
	Suelo	-42	-48	-26				-10	-10	-14			-150
	Aguas	-13							-10		-11		-34
Bióticos	Vegetación y Flora	-35	-31	-21	-10	-10	-11						-118
	Fauna	-9	-22							-10		-47	-88
Perceptual	Estética del Paisaje										-28	-28	-56
Socio-Económicas	Fuerza de Trabajo										+12	+12	+24
	Viales											+15	+15
	Actividades Financieras										+15	+30	+45
TOTAL		-116	-144	-47	-10	-10	-11	-10	-20	-24	-51 +27	-99 +57	-542 +84

Al comparar las matrices de valoración de impactos por geosistemas y por factores ambientales podemos apreciar que se diferencian los totales de los valores de importancia de los impactos, esto es debido a dos causas: la primera es que los impactos se dan en más de un geosistema y por ende se suma el valor más de una vez, y la segunda es que los impactos positivos como son económicos y de la fuerza laboral no se reflejan en los geosistemas.

#### ***D- valoración de impactos en el área marina***

IMPACTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1- Alteración del flujo de la corriente y al fondo marino por el hincaje de pilotes	-	(3)2	(2)1	1	3	3	2	C	-17
2- Contaminación con residuales sólidos y líquidos	-	(3)1	(2)1	1	2	1	1	C	-10
3- Disminución del valor estético por residuales no biodegradables en los fondos marinos	-	(3)2	(2)1	1	1	1	1	C	-12
4- Daño a los corales y las gorgonias al tocarlas y rozarlas con el cuerpo o por resuspensión a más de 4 metros	-	(3)3	(2)2	1	3	3	4	C	-24
5- Daño a los corales y las gorgonias al pararse los buzos sobre ellas y por resuspensión a menos de 4 metros	-	(3)3	(2)1	1	3	3	4	C	-22
6- Destrucción de corales por amarre inadecuado de boyas	-	(3)3	(2)1	1	3	3	3	C	-21
7- Destrucción de los pastos marinos por movimiento de medios náuticos en el área de playa	-	(3)1	(2)1	1	2	1	1	C	-10



8- Destrucción de los pastos marinos por trasiego de bañistas	-	(3)1	(2)1	1	2	1	1	C	-10
9- Emigración de especies de la fauna por intervención humana	-	(3)2	(2)1	1	2	1	1	P	-13
10- Disminución del número de especies marinas por captura legal e ilegal	-	(3)2	(2)1	1	2	1	1	C	-13
11- Destrucción de corales por anclaje	-	(3)2	(2)1	1	3	2	1	C	-18
12- Deterioro a los fondos por roce, turbidez y movimiento de sedimentos de lanchas rápidas	-	(3)2	(2)1	1	3	1	1	C	-14
13- Contaminación sónica	-	(3)1	(2)1	1	3	1	1	P	-11

### E- Valoración de impactos por geosistemas en el área marina

GEOSISTEMAS	ACCIONES											Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
IV									-26		-26	-52
V	-39	-39	-13	-35	-24	-21	-33	-23	-26	-18	-13	-284
VI			-37	-35	-35	-21			-26	-18	-13	-185
VII			-37		-25	-21			-26	-18	-13	-140
Total	-39	-39	-87	-70	-84	-63	-33	-23	-104	-54	-65	-661

### F- Valoración de impactos por factores ambientales en el área marina

FACTORES		ACCIONES											Total
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Abióticos	Fondos	-22	-22			-14					-18		-76
	Aguas	-27	-17										-44
Bióticos	Vegetación y Flora			-44	-44			-10	-10				-108
	Fauna		-44	-44		-11	-21			-13	-18	-26	-177
Total		-49	-83	-88	-44	-25	-21	-10	-10	-13	-36	-26	-405

### Evaluación de los impactos por geosistemas y factores ambientales

Haciendo un análisis de los resultados de las matrices vemos que en la parte terrestre el geosistema más afectado es la Llanura marina litoral entre 1 y 4 metros sobre el nivel del mar (-524). En esta área lo más afectado es la playa arenosa y su duna, que es el lugar donde se concentra la actividad turística. Esta última ha generado microvertederos, y la construcción del camino que van hacia este lugar. Además, en la duna se concentra la actividad comercial que necesitan los cruceros. Es de señalar que esta actividad comercial abarca 1600 metros de los 3000 metros que poseen las playas de Punta Francés.

En el área marina la mayor afectación se ubica en los geosistemas Llanura acumulativa y abrasiva acumulativa plana somera con profundidades entre 0 y 8 metros (-284) y en la Llanura abrasiva-acumulativa poco profunda con profundidades entre 8 y 20 metros (-185),

debido a que es donde el turismo desarrolla sus mayores actividades como es el baño, uso de medios náuticos, buceo, movimiento de lanchas rápidas y otros.

En el área terrestre el factor suelo fue el más afectado, debido a la construcción del camino de la cuarentena, que ha dado lugar a una alta deforestación y la erosión y destrucción del suelo, trayendo consigo un alto número de impactos negativos.

El otro factor más afectado en el área terrestre es el biótico de la vegetación, flora (-118) debido a la deforestación para la construcción del camino. Aunque la vegetación se ha recuperado paulatinamente en los últimos años, el proceso no ha sido más rápido debido a la eliminación de la capa vegetal que no es muy profunda en esta zona.

En el área marina el factor más afectado es la fauna (-117), por la pesca legal e ilegal que se desarrolló en el área y cercana a ella, así como la emigración de las especies de mayor tamaño a causa de la intervención humana, el movimiento de lanchas y otras actividades náuticas en sentido general.

Como es lógico la mayor parte de los impactos se deben al desarrollo de la actividad turística. Los demás impactos en algunos casos se deben a actividades desarrolladas en el área en décadas pasadas. Estos últimos se mitigarán mediante los programas del Plan Operativo de Manejo y los más recientes en su mayoría se pueden mitigar en parte, a través de un exhaustivo control desde la estación ecológica.

### **Evaluación geocológica a partir de la evaluación de impactos**

Partiendo de que el área de estudio es una de las más conservadas de la Isla de la Juventud y de todo el archipiélago de los Canarreos, y que los ecosistemas que aquí se encuentran son sumamente frágiles tanto en el área terrestre como en el área marina, y para determinar cuáles de los geosistemas se encuentran más conservados y menos impactados por la actividad antrópica, se confecciona una matriz para la evaluación de los impactos donde el valor que se refleja es el resultado de la agrupación de los valores de importancia de los impactos por intervalos.

Para ello, y para que sirva de patrón para el análisis en todas las áreas protegidas del país, se elaboró una tabla por grupos de intervalos

Con valor de 0 a 20 ---- (1) Muy Bajo- Muy pocas afectaciones a los geosistemas (0-20%)

Con valor de 20 a 40 -- (2) Bajo – Pocas afectaciones a los geosistemas (20-40%)

Con valor de 40 a 80 -- (3) Medio – Afectaciones medias a los geosistemas (40-60%)

Con valor de 80 a 120 - (4) Alto – Afectaciones altas a los geosistemas (60 – 80%)

Con más de 120 --- (5) Muy Alto – Afectaciones muy altas a los geosistemas (80 – 100%)

#### Geosistemas terrestres

GEO SISTEMAS	ACCIONES											TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	

I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
II	5	5	3	1	1	1	1	1	2	2	4	26
III	5	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	17
TOTAL	11	7	5	3	3	3	3	3	5	4	7	54

## Geosistemas marinos

GEO SISTEMAS	ACCIONES											TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
IV	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	13
V	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	19
VI	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	16
VII	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	15
Total	5	5	6	7	6	7	5	5	8	4	5	63

## Geosistemas terrestres

GEO SISTEMAS	GRADO DE AFECTACIÓN
I	1
II	2
III	1

## Geosistemas marinos

GEO SISTEMAS	GRADO DE AFECTACIÓN
IV	1
V	1
VI	1
VII	1

Según se observa en la matriz las afectaciones a los geosistemas se agrupan según la tabla de intervalos en el primer grupo, solo existe un geosistema en el segundo grupo, por lo que las afectaciones a los geosistemas no son de extrema gravedad.

Los geosistemas terrestres y marinos del área son ecológicamente muy frágiles, dado por las características que poseen, y cualquier tipo de actividad antrópica sobre los mismos trae consecuencias negativas de muy difícil recuperación. Como puede observarse en las matrices el geosistema terrestre más afectado con 26 puntos es la Llanura marina acumulativa, abrasivo – acumulativa (H<4m) sobre rocas carbonatadas, en parte con carso desnudo, con vegetación de costa arenosa, rocosa y bosque semidecíduo Este geosistema recibe la mayor parte de la carga que implica la actividad turística, en ella se despliegan las camas plegables en la arena, se desarrolla la actividad comercial, se encuentran las instalaciones como el centro de visitante y estación ecológica, el camino por detrás de la duna y por donde circulan los medios necesarios para la atención al turismo. Esta actividad

precisa de un orden para mitigar los impactos y hacer sustentable el uso del área con la menor afectación posible y así se concibe en el plan operativo de manejo.

El otro geosistema terrestre más afectado con un valor de 17 puntos es la Llanura marina abrasivo – acumulativa ( $1 < H < 8m$ ) sobre rocas carbonatadas, en parte con carso desnudo, con suelos de rendzinas negras y pardas y con vegetación de bosque semidecidual, el cual fue afectado en la década del 80 por la construcción del camino de la cuarentena que atravesó el área a todo lo largo con un ancho de aproximadamente 70 metros y destruyó parte de los bosques más altos, el área se ha ido recuperando de forma natural, pero en algunos lugares se llegó a la roca madre que quedó desnuda y todavía a pesar del tiempo se ven los signos de la afectación. En el plan operativo de manejo se proponen una serie de actividades para ayudar a la recuperación natural del territorio.

En el área marina el geosistema más afectado es la llanura acumulativa y abrasivo-acumulativa plana, somera con profundidades de 0-8 metros, con substrato arenoso y arenoso-fangoso con pastos marinos con 19 puntos. En esta área es donde se realizan la mayor parte de las actividades náuticas como las bicicletas acuáticas, kayak, botes, lanchas rápidas, baños de playa, y traen consigo que se revuelvan los fondos, se transporte la arena, se afecten los pastos marinos, y se ahuyente la fauna.

En el segundo caso con el valor de 16 puntos que es la llanura abrasivo acumulativa, poco profunda entre 8 y 20 metros con substrato arenoso-rocoso y coralino, la mayor afectación está en el buceo con snorkel cuando se tocan, paran y parten los corales y las gorgonias, se ahuyenta la fauna, y se afecta el pasto marino.

Las afectaciones se mitigaran a través de las acciones previstas en el plan operativo de manejo, y se hará monitoreo de ellas para conocer su estado y evolución.

En la evaluación geocológica se determinó que los geosistemas y factores ambientales que se encuentran bajo estrés, es decir los que su carga ecológica sobrepasa sus límites de admisión permisibles sin romper la estabilidad geocológica son en los que se identifican los impactos ambientales.

### **Evaluación geocológica como base para el plan operativo de manejo.**

Con la evaluación geocológica se demuestra cuáles son los impactos que más afectan a los geosistemas o paisajes actuales tanto en el área terrestre como marina. Su valoración nos llevó a la elaboración de un plan de medidas, que llevado a la estructura del Plan Operativo de Manejo en programas, sub programas y actividades a desarrollar en dos años a mitigar los impactos, y a ordenar desde el punto de vista socio económicos y de conservación las actividades en el Parque Nacional Punta Francés, de manera paulatina y mediante un cronograma de trabajo y un financiamiento establecido

Plan de medidas a partir de la Evaluación Geocológica de los impactos ambientales que se incorporará a las actividades del Plan Operativo de Manejo.

- 1- Dejar crecer naturalmente la vegetación que se encuentra en el camino de la cuarentena, y tener un control de la vegetación secundaria a través de un plan de monitoreo.

- 2- Recoger de inmediato los residuos no biodegradables arrojados en los vertederos después de concluidas las obras por el CIB El Colony y Cubanco.
- 3- Extraer los raíles de línea que se encuentran dentro del agua en los alrededores del ranchón del CIB El Colony.
- 4- Recoger los objetos que se encuentran regados alrededor de las dos construcciones que están en la duna de la playa, así como controlar de inmediato el derrame de petróleo alrededor de la planta eléctrica del CIB.
- 5- Controlar el salidero de residuales por la tubería plástica que va a la fosa maura del ranchón del CIB
- 6- Hacer un análisis de los residuales del compost de los baños ecológicos del centro de visitantes para que puedan ser usados como fertilizantes.
- 7- Señalizar interpretativamente las plantas de guao de costa (*Metopium browenii*) especie que usan como sombra, ya que podría crear un problema de intoxicación entre los turistas, así como se debe de dejar crecer vegetación en la primera duna de la playa, la cual va a fijar la arena y mantener la playa como tal, ya que al eliminar la vegetación se deteriora la duna y la playa.
- 8- Aunque el número de turistas no afecta la capacidad de carga de la playa se deben expandir aún más las tomboas o camas plegables en la playa o no abrirlas todas para que haya una mejor distribución de la carga a todo lo largo de la misma.
- 9- Los kioscos de venta de productos durante la visita del crucero deben de estar por detrás de la primera duna y no en el borde erosionado de la duna, ya que esto la afectaría como ya se observa.
- 10- Se debe eliminar la limpieza de la vegetación de la duna y el sotobosque, ya que impide el ciclo natural de formación de los suelos y la fijación de la arena, demorando el proceso normal de recuperación del perfil de la playa.
- 11- Se debe llevar una estadística diaria de buceo por puntos por parte del Colony, para crear una cronología de trabajo por puntos y no sobrecargarlos con actividades durante todo el año, haciendo una rotación adecuada de las actividades de buceo.
- 12- El área de snorkeling debe situarse a profundidades de más de 4 metros, de forma que no puedan afectar los corales y en todo caso el uso obligado de salvavidas como es común en el Caribe.
- 13- En el área del cabezo de Moya y en la cresta arrecifal se observaron afectaciones propias del manejo inadecuado de los recursos coralinos, como el corte de corales y gorgonias, por lo que se propone en esa área la suspensión del buceo y el snorkeling.
- 14- Es necesario la implantación total de las boyas, usando los materiales adecuados
- 15- Usar sólo artes de pesca selectiva para la langosta, especie única que se permite capturar en esta área por Resolución 560 / 96 de Ministerio de la Pesca.
- 16- Es imprescindible impedir de inmediato las pesquerías de peces en toda la zona prevista por la Resolución 560 / 96 del Ministerio de la Pesca, ya que por ella se mueven estas comunidades de peces para alimentarse.
- 17- Se propone que los cruceros se ubiquen en su movimiento en serrucho a no menos de 200 metros de la boya 22.
- 18- Es preciso que por parte de los gestores de los recursos naturales del área, elaborar un sistema de información, y de educación ambiental que transmita eficazmente a los turistas la necesidad de conservar estos recursos naturales.
- 19- Es necesario implementar un plan de monitoreo del área, tanto en la parte marina como terrestre para conocer al detalle y con exactitud la magnitud de los fenómenos que están ocurriendo. En el mismo deben de cooperar todos aquellos que de una manera u otra actúan sobre el área.
- 20- Se proponen realizar las siguientes acciones:
  - Monitoreo de residuales.

- Monitoreo del estado de conservación del bosque y del ecosistema costero.
- Medir salinidad de la laguna en tierra, de la corriente de fondo
- Medir la velocidad de la corriente marina de superficie y de fondo
- Monitoreo del estado de conservación de los pastos marinos, de los arrecifes, de las poblaciones de peces y de especies de interés como: cobos (*Strombus gigas*), cinturita (*Coralliophilla abbreviata*).

#### VI.4. IMPACTOS AMBIENTALES POR LA ENTREGA DE TIERRAS EN USUFRUCTO EN UN SECTOR DE LA SUBCUENCA HANABANILLA.CUBA

Julia Rosa González Garcíandía, Teresa Segura Cisnero, Armando de la Colina Rodríguez, Andrade.

Nuestro país, a partir de 1994, ha estado efectuando un proceso de entrega de tierras en usufructo a productores individuales, orientado en el espacio rural montañoso al cultivo del café. El presente trabajo tiene como objetivo identificar, caracterizar y evaluar los impactos ambientales debido a este proceso en un sector de la subcuenca del río Hanabanilla, perteneciente al Grupo Montañoso Guamuhaya. Se han utilizado diversos métodos, entre ellos: aproximación rural rápida con las técnicas de la observación, entrevistas, informantes claves; comparación *ex\_antes* / *ex\_post*; estadísticos y cartográficos. Los resultados evidencian impactos en diferentes dimensiones: naturales, sociodemográficas y económicas.

Ubicación geográfica del área de estudio

El territorio seleccionado para su estudio cubre un área de 33 km<sup>2</sup>, ubicado en las Montañas de Trinidad, perteneciente a las Montañas de Guamuhaya, en la región central del país (Esquema de Ubicación del área de estudio).

Se localiza entre las coordenadas:

Y= 243 000 - 248 000 latitud norte

X= 583 000 - 594 000 longitud oeste.

Desde el punto de vista político-administrativo pertenece al Consejo Popular Crucesitas, del municipio Cumanayagua, provincia de Cienfuegos.

- **Marco teorico-conceptual**

Para la identificación de los impactos ambientales originados por la entrega de tierras en usufructo a productores individuales se aplicaron entrevistas a usufructuarios e informantes claves. Posteriormente se efectuó una valoración de los mismos, para ello se utilizó la sugerida y definida por Gómez Orea (1986), la cual utiliza 9 indicadores:

1. Carácter del impacto: se define a partir de los efectos que ocasiona al factor ambiental, los que pueden ser positivos o negativos.
2. Magnitud del impacto: representa el cambio de la calidad y cantidad en el factor ambiental sobre el que se ejercerá el impacto, donde la calidad está dada por sus valores (estético, científico, educativo, genético, conservacionista, arquitectónico, histórico, etc) y la cantidad representa el área donde se realizará el impacto con relación a un entorno mayor que puede seleccionarse.
3. Alcance del impacto: Se define de acuerdo a su alcance espacial.

*Impacto puntual*: cuando se produce en un contexto muy localizado (< 30%).

*Impacto parcial*: cuando tiene una incidencia apreciable en el medio, pero sólo en una parte de éste (30-70 %).

*Impacto extenso*: cuando se manifiesta de forma generalizada en el entorno considerado (más de un 70 %).

4. Plazos en que se producen: se refiere al momento o lapso de tiempo en el cual ocurren los impactos ambientales.

*Impacto corto*: se manifiesta en un tiempo menor de 3 años desde el inicio de la actividad.

*Impacto mediano*: se manifiesta en un tiempo de 3-10 años desde el inicio de la actividad.

*Impacto largo*: se manifiesta en un tiempo mayor de 10 años desde el inicio de la actividad.

5. Persistencia: Teniendo en cuenta su mayor o menor grado de presencia en el tiempo, los impactos se clasifican en:

*Impacto temporal*: cuando la alteración del medio es menor de 3 años.

*Impacto medio*: cuando la alteración del medio es de 3-10 años.

*Impacto permanente*: cuando la alteración del medio es mayor de 10 años.

6. Reversibilidad del efecto: se interpreta sobre la base del carácter del impacto y de la naturaleza del factor ambiental afectado (natural o socioeconómico). En caso de impacto negativo, representa la posibilidad y período de regeneración intrínseca del factor afectado para recuperar las condiciones iniciales una vez que cese la acción. En caso de impacto positivo, se define como el período de tiempo de permanencia del nuevo estado originado por la acción y manifestado por su impacto, tanto para la naturaleza como en la esfera socioeconómica.

*Impacto irreversible*: Supone una dificultad extrema, sea técnica o financiera, para revertir una situación de degradación ambiental debida a una acción natural o humana.

*Impacto de largo plazo*: La capacidad de recuperación del entorno es de más de 10 años.

*Impacto de mediano plazo*: La capacidad de recuperación del entorno es de 3-10 años.

*Impacto de corto plazo*: La capacidad de recuperación del entorno es de menos de 3 años.

7. Posibilidad de introducción de medidas: se refiere a aquellas medidas que categorizan como preventivas, mitigadoras o restauradoras de los impactos, por lo que cualquier medida que pueda ejecutarse y que al menos con su implantación se modifique el nivel de uno de los indicadores antes expuestos se considera su introducción como posible. Las definiciones de las medidas se ofrecen a continuación: preventivas, son las que se introducen para disminuir la probabilidad de ocurrencia del impacto; mitigadoras, se relacionan con las referidas a aminorar el impacto; y restauradoras, al igual que la anterior asume la ocurrencia del impacto y se dirigen a restablecer total o parcialmente el equilibrio dinámico del factor afectado.
8. Tipo de impacto: se representa por los impactos directos e indirectos. Se consideran impactos directos aquellos que la acción del hombre se realiza sobre el factor afectado sin intervención o mediador de otro factor ambiental. Los indirectos son los que resultan de la respuesta de un factor afectado por la acción del hombre sobre otro factor.
9. Importancia del impacto: se representa por la fórmula  $\text{Importancia} = 3 \times \text{magnitud} + 2 \times$



alcance + plazos + persistencia + reversibilidad; y el signo del resultado de esta operación matemática se asigna en función del carácter del impacto objeto de valorización.

Se aplicarán las matrices de causa – efecto (Leopold) y, el procedimiento fué el siguiente:

I.- En primer lugar se definieron las acciones del proyecto que causan efectos naturales y socioeconómicos, así como los factores ambientales naturales y socioeconómicos impactados por las acciones previstas, elementos que se representan en una matriz inicial que se denomina **Matriz de Identificación de Impactos**.

II.- En segundo lugar se procede a la caracterización de impactos utilizando los 9 indicadores de valoración sugeridos por Gómez Orea (1986) y se conforma una **Matriz de Valoración de Impactos** numérico – cualitativa que relaciona las variables seleccionadas con el total de impactos identificados.

### **Procedimiento de entrega de tierras en usufructo a productores individuales en el area**

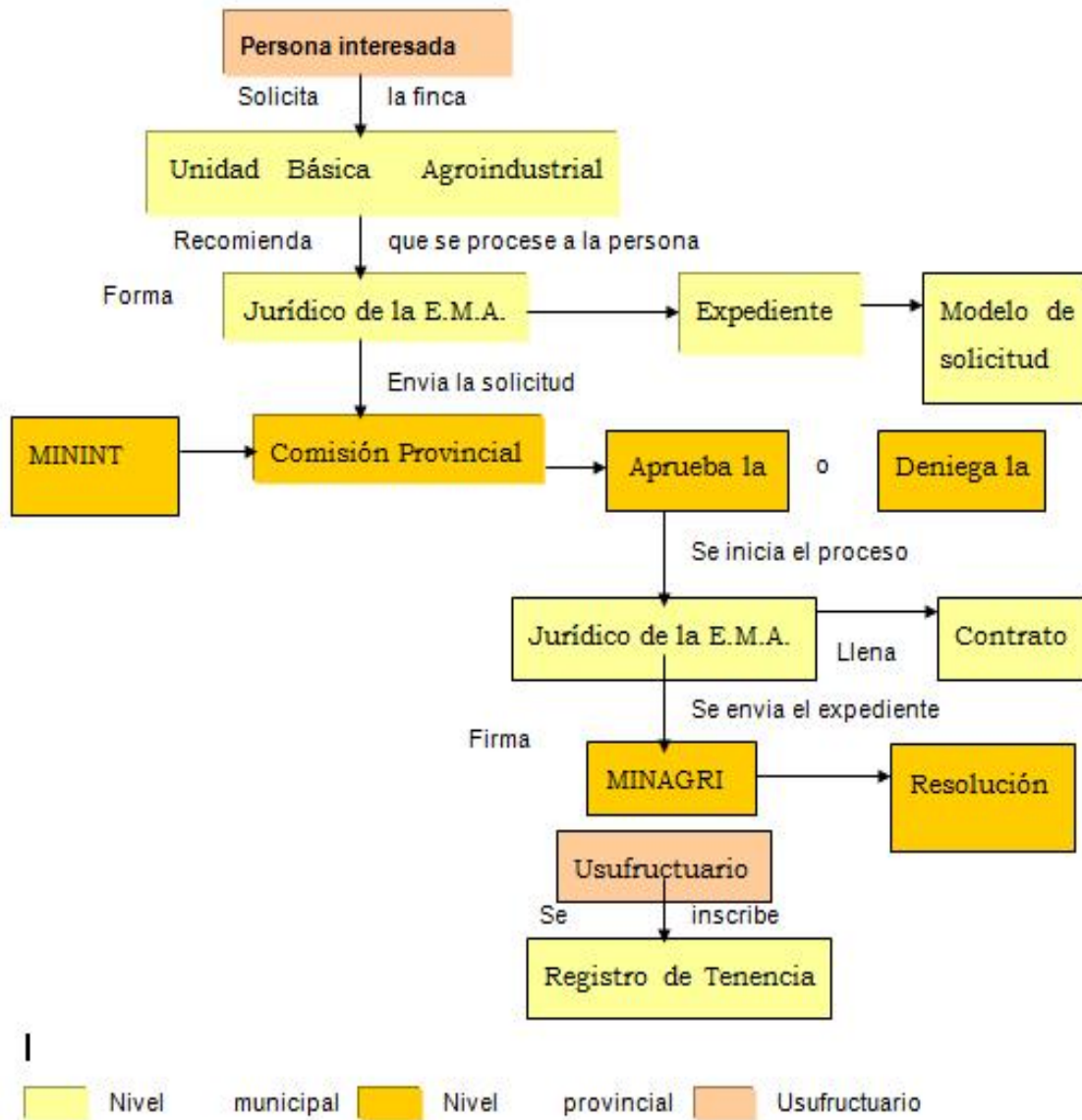
El procedimiento para la entrega de tierras en usufructo a productores individuales en la zona es el siguiente (Esquema 1):

La persona interesada formula la solicitud por escrito a la Unidad Básica Agroindustrial Cafetalera (UBAIC) del Nicho, manifestando el interés en determinada finca o puede no especificar ninguna.

El jefe de producción de la UBAIC recomienda por escrito al jurídico de la Empresa Municipal Agropecuaria (EMA) que se procese al compañero para la finca seleccionada, mencionando los límites de la misma.

El jurídico de la EMA le forma un expediente al compañero/a. Se le llena el modelo de solicitud oficial en la cual se recogen datos generales de la persona.

Esquema 1: Procedimiento de entrega de tierras estatales en usufructo a productores individuales



MINAGRI Ministerio de la Agricultura  
 MININT Ministerio del Interior

Fuente: Jurídico de la Empresa Municipal Agropecuaria del municipio de Cumanayagua.

Posteriormente, se envía a la Comisión Provincial (formada por el Ministerio del Interior - MININT- y el Ministerio de la Agricultura -MINAGRI) la solicitud de que sea analizado el compañero/a.

La Comisión Provincial analiza la solicitud, aprobando o denegando la misma. En caso de que sea denegado, se informa los motivos.

Si es aprobado se inicia el proceso. El jurídico de la EMA le llena el contrato, para ello se pide un sello de 5 pesos, aval del centro de trabajo del usufructuario y acompañantes, aval del Comité de Defensa de la Revolución (CDR), carta de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) a la que se va a incorporar en donde se manifieste la admisión del compañero/a como socio.

Después se envía el expediente al delegado del MINAGRI provincial, de él al departamento jurídico y de aquí al director para que firme la resolución que le dice al compañero/a que se le otorga la tierra.

Por último, el usufructuario se dirige al Registro de Tenencia de la Tierra Municipal para inscribirse como tenedor de tierra.

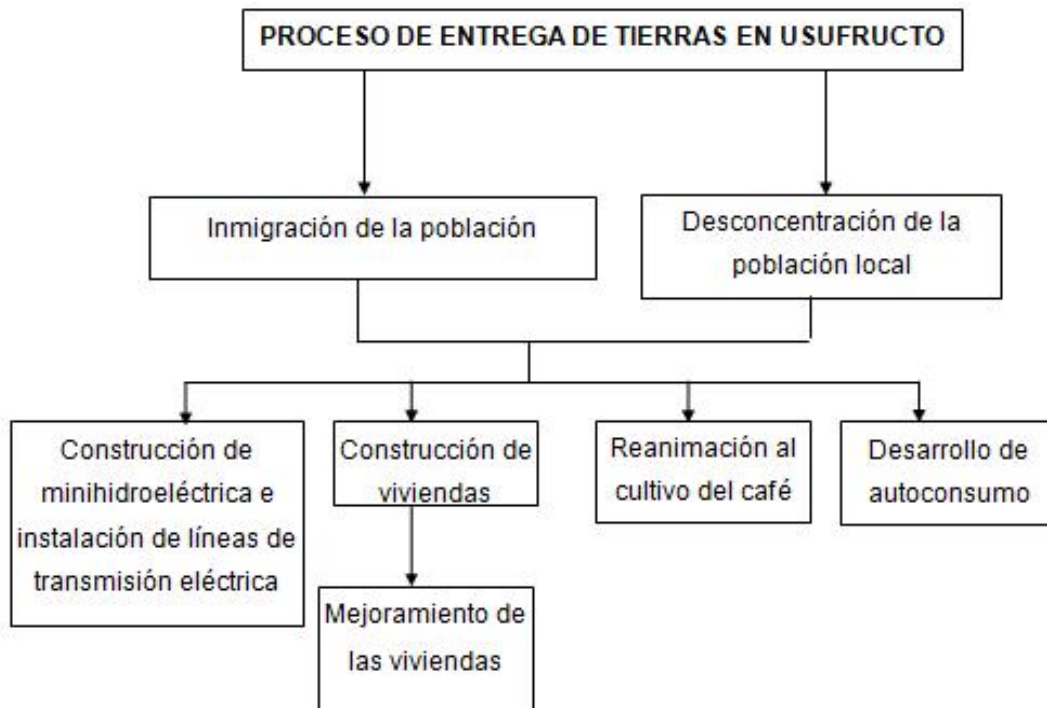
Como vemos en lo anteriormente expuesto, no hay criterio de sostenibilidad en la entrega de tierras. El Consejo de Cuenca Hidrográfica, la Unidad de Medio Ambiente, el Departamento de Suelos Provincial, y Planificación Física no están participando en este proceso, siendo estos centros los que deben velar porque exista compatibilidad entre la vocación de los suelos con el uso que va a tener. Además, el usufructuario necesita capacitación medioambiental antes de que suba a la montaña.

- **Identificación y caracterización de los impactos ambientales**

"Los dos elementos del binomio que define el impacto de un proyecto, son las **acciones** que lo producen y el **medio** que resulta alterado" (Herrera, 1999).

Se ha elaborado una matriz de identificación de impactos ambientales, donde contempla por la horizontal las principales acciones o causas desencadenantes de impactos ejecutadas en el territorio, dadas fundamentalmente por la inmigración de la población; desconcentración de la población local; desarrollo agropecuario; desarrollo constructivo de viviendas e infraestructura técnica (Figura 1). En la vertical fueron considerados los principales factores medio ambientales que son afectados por la influencia de estas acciones: suelo, paisaje, población, servicios, cultivo de café.

Figura 1: Diagrama de flujos para la identificación de las principales acciones antrópicas causantes de impactos ambientales.



Fuente: Lo autores.

De esta forma se relacionaron 13 acciones con 6 factores ambientales, los cuales brindaron las bases para la identificación de los 36 impactos ambientales (Tabla 1).

Estos impactos se distribuyen de la siguiente manera:

- La inmigración de la población provocó 12.
- La construcción de la minihidroeléctrica e instalación de líneas de transmisión eléctrica originó 5.
- La desconcentración de la población local provocó 4.
- La construcción y mejoramiento de viviendas desencadenó 4.
- La siembra de cultivos y la atención cultural al cultivo del café generaron 2 cada una.
- La reposición de nuevas plantaciones, creación de viveros, impartición de asistencia técnica, entrega de instrumentos y ropa de trabajo, cría de animales domésticos, el robo de productos de autoconsumo originaron un impacto cada uno.

Como se evidencian las acciones provocadas por la inmigración de la población, la construcción de minihidroeléctrica e instalación de líneas de transmisión eléctrica, la desconcentración de la población local, construcción y mejoramiento de las viviendas, son las que más afectan los factores ambientales.

Los factores ambientales más afectados son: la población humana, los servicios, el empleo y el cultivo de café.

Las interacciones proyecto-entorno, es decir, las relaciones entre las acciones del proyecto (causa primaria de impacto) y los factores del medio (sobre los que se produce el efecto), no son simples sino que frecuentemente hay una cadena de efectos primarios, secundarios, terciarios, etc. En este estudio solamente se analizan los primarios.

Los impactos acumulativos, aquellos generados por más de una acción son:

1. Aparición de zonas con déficit de servicios básicos.
2. Empeoramiento del tipo de viviendas.
3. Incorporación de la población a actividades agrícolas.

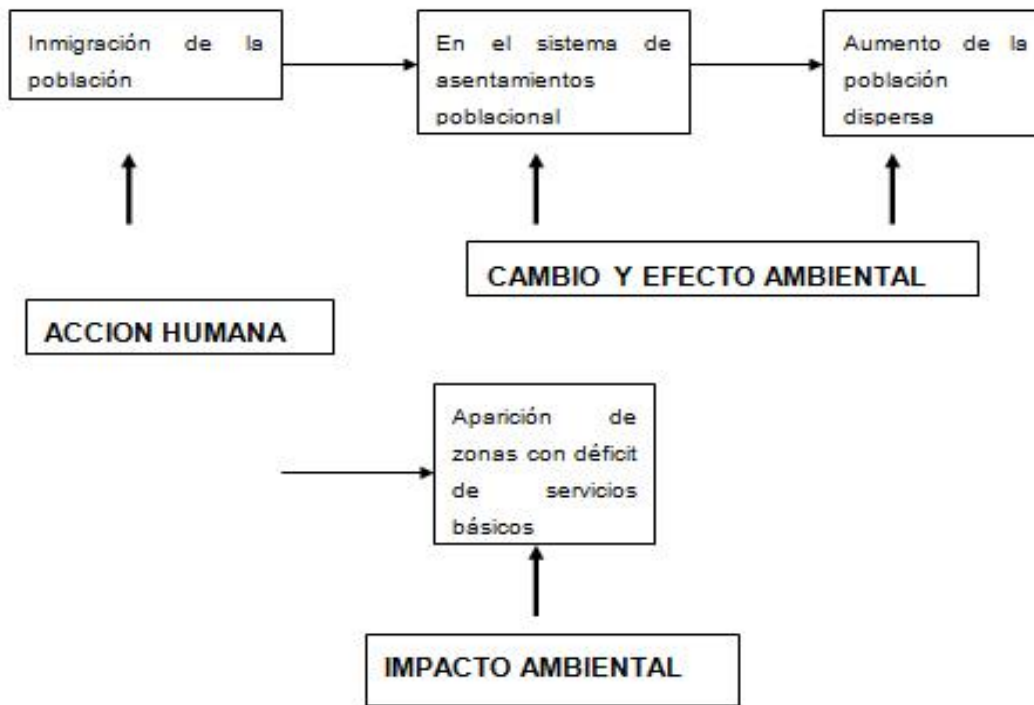
Los componentes secuenciales de los impactos ambientales son: ACCION-CAMBIO-EFECTO-IMPACTO. A continuación se caracterizan los impactos ambientales detectados en la entrega de tierras en usufructo a productores individuales en la zona.

### **Impactos ambientales identificados con la movilidad espacial de la población**

Los impactos ambientales identificados con la **inmigración de personas** son:

1. Aparición de zonas con déficit de servicios básicos (Figura 2): la distribución territorial del sistema de asentamientos poblacional ha tenido cambios, motivado en una parte, por la inmigración de personas hacia las fincas dadas en usufructo. En zonas prácticamente despobladas han surgido asentamientos humanos dispersos, como es en la zona de Calaña, lugar cuya accesibilidad es en bote por la presa del Hanabanilla y por un trillo difícil hasta el asentamiento El Nicho. Lo mismo ha ocurrido en Casaña, en Cuevitas y en el terraplén a la Sabina (Mapa Infraestructura).

Figura 2: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Servicios.

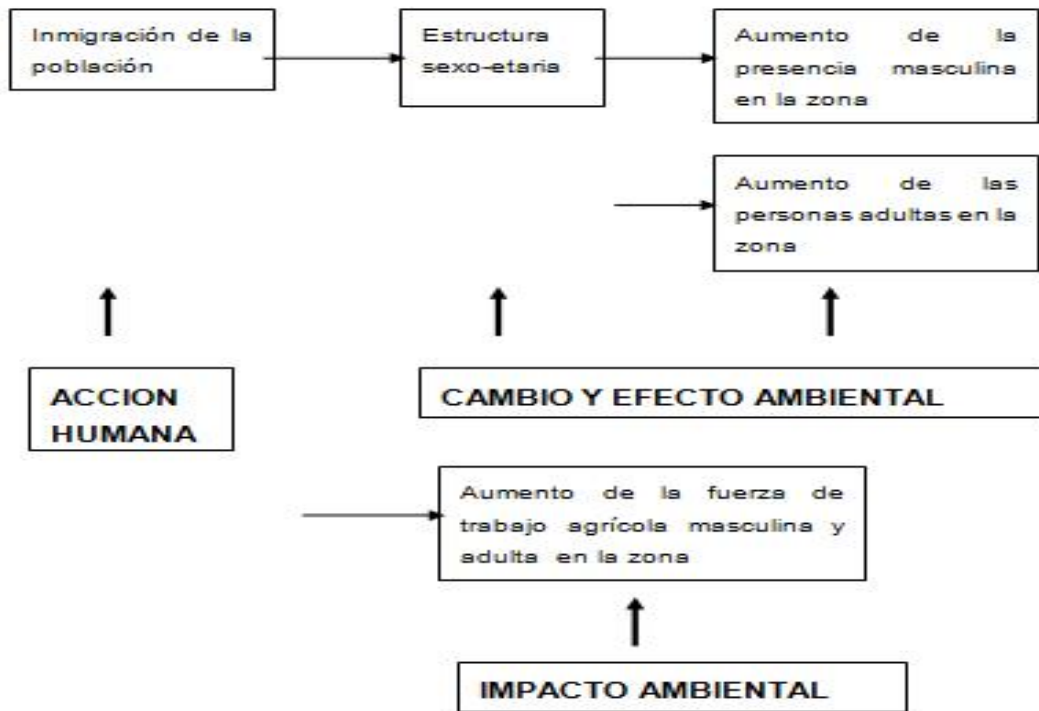


Fuente: Los autores.

Lo anteriormente dicho, ha provocado la aparición de áreas que no reciben energía eléctrica, y por lo tanto los beneficios derivados de la misma, tal es el caso en Cuevitas, en la carretera a la Sabina, en Casaña y en un inicio en Calaña. Otros servicios deficitarios son la escuela primaria, el médico de la familia y el transporte público en Cuevitas, en el terraplén a la Sabina y en Calaña, este último aunque tienen un bote para todas las familias y existe un barquito que en su recorrido hace dos paradas al día en este lugar, a veces han quitado este servicio por falta de combustible, además cuando el nivel de la presa desciende mucho ni en bote pueden llegar al El Nicho, que es donde se encuentra el médico de la familia y compran la canasta básica de alimentos y productos.

2. Aumento de la fuerza de trabajo agrícola masculina y adulta en la zona ( Figura 3): debido a que la inmigración masculina a predominado en un 96 % de los encuestados y según entrevistas a informantes claves (Anexo Tabla 2).

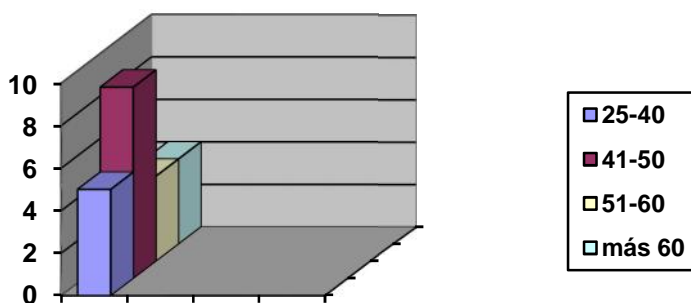
Figura 3: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Estructura sexo-etaria.



Fuente: Los autores.

Las personas de 40 a 50 años han predominado en la inmigración (ver Gráfico 1).

Gráfico 1: Inmigrantes según grupo de edad.

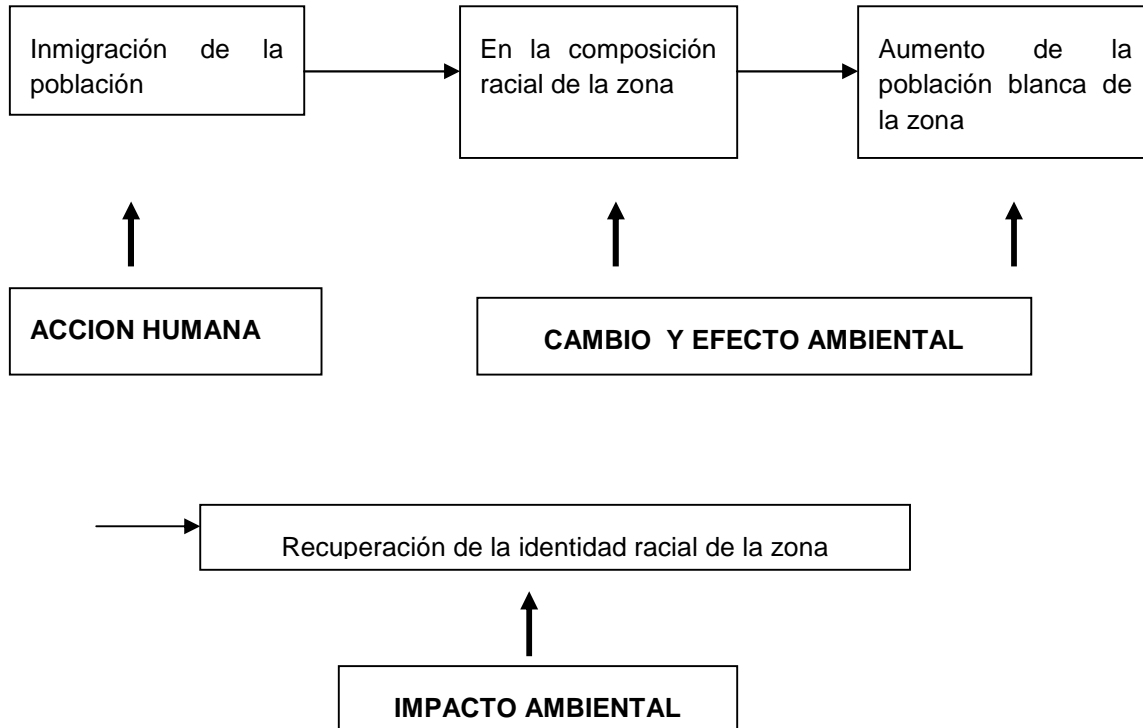


Fuente: Expedientes de los usufructuarios y encuestas

3. Recuperación de la identidad racial de la zona (Figura 4): el 100% de los usufructuarios entrevistados y, según entrevistas a informantes claves, que ha ido a vivir al territorio son blancos, por lo que está ocurriendo un repoblamiento de personas blancas en la zona, ya

que al territorio, principalmente en Crucesitas, anteriormente habían inmigrado personas mestizas y negras (Anexo Tabla 3).

Figura 4: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Composición racial.

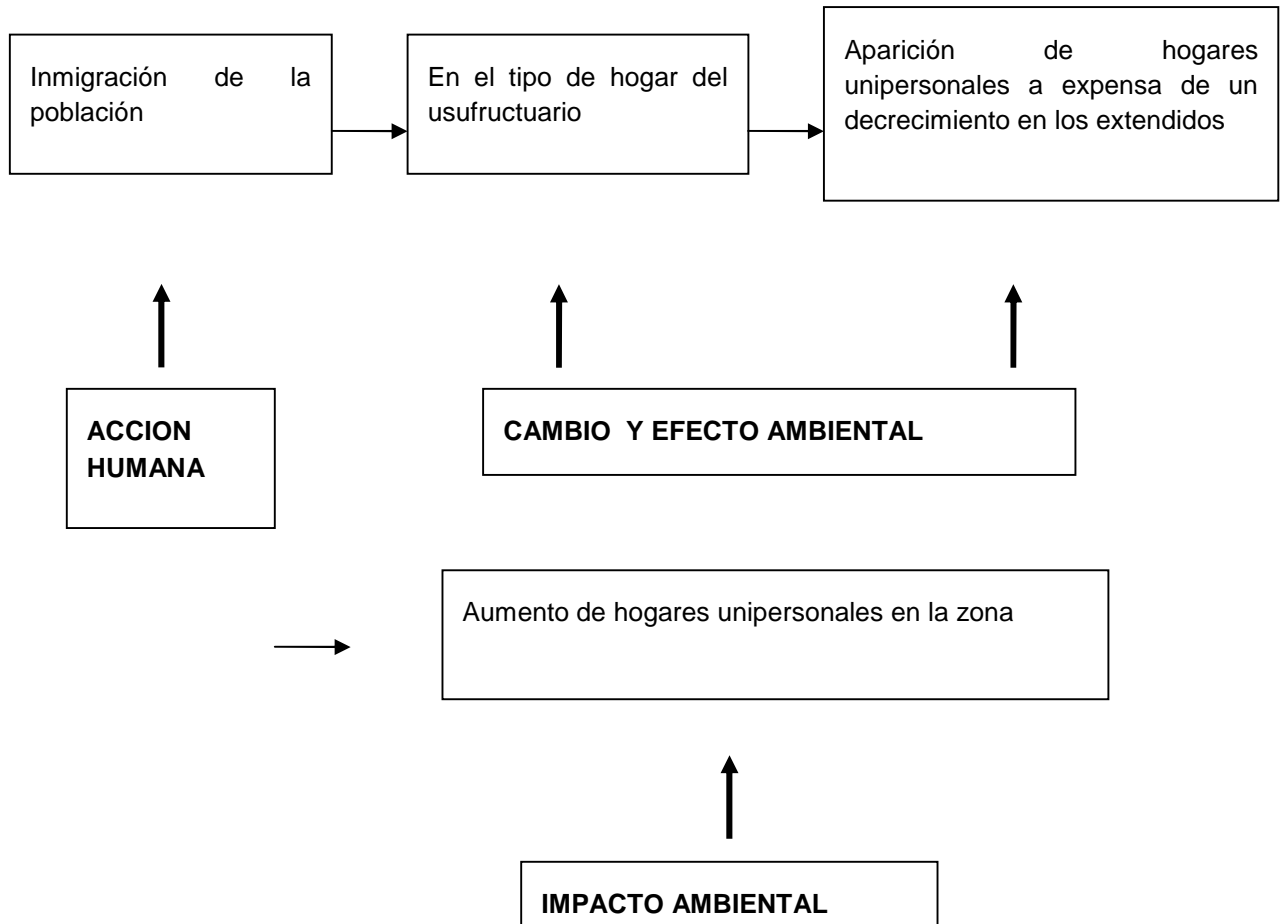


Fuente: Los autores.

4. Aumento de hogares unipersonales en la zona (Figura 5): han surgido hogares unipersonales (de un 0 % a un 33 %) a expensa de una disminución, fundamentalmente, de los hogares extendidos (de un 44 % a un 22 %) ( Anexo Tablas 4 y 5).

Figura 5: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Tipo de hogar del usufructuario.

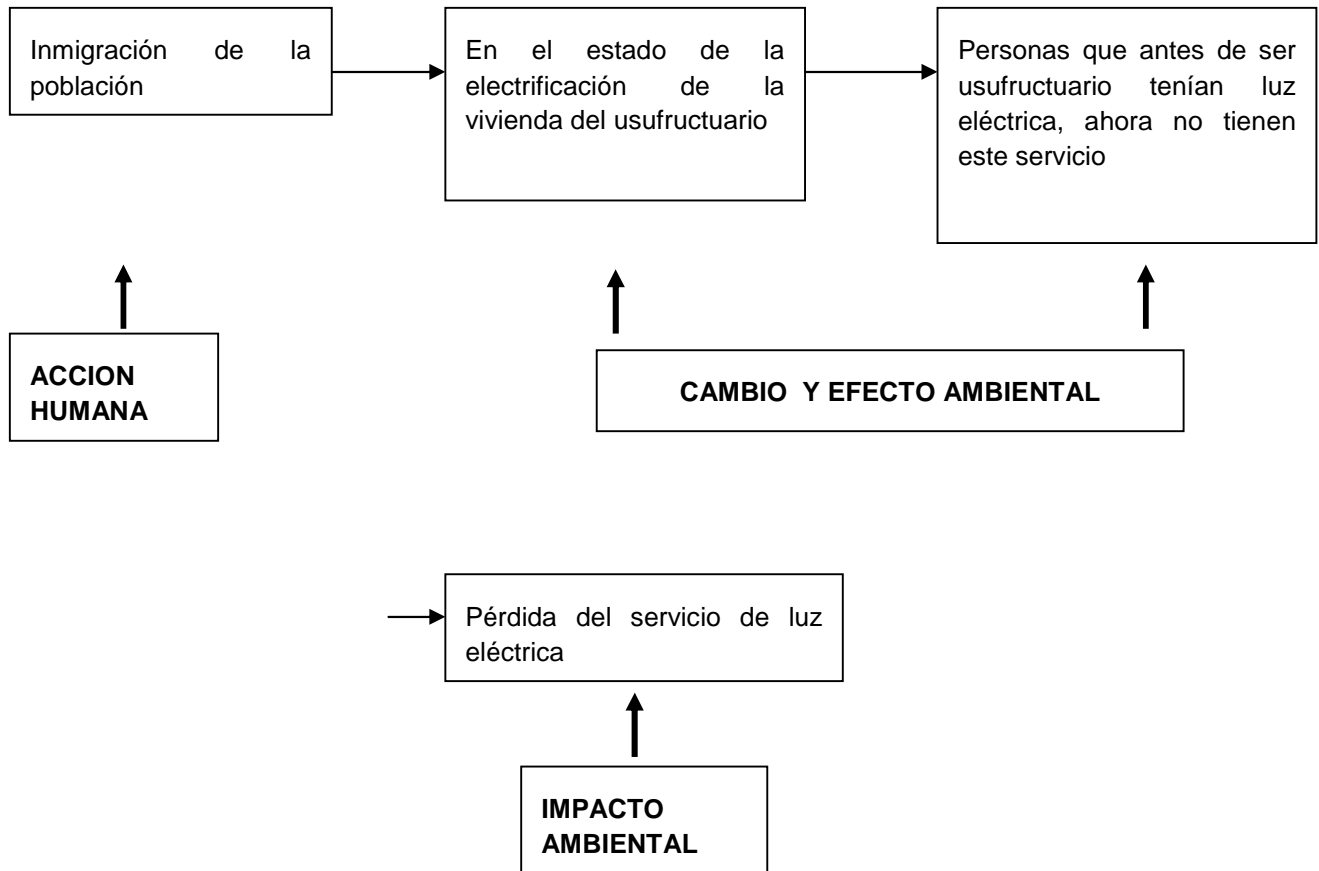




Fuente: Los autores.

5. Pérdida del servicio de luz eléctrica ( Figura 6): antes de ser usufructuario todas las personas inmigrantes tenían en sus viviendas luz eléctrica. Actualmente sólo el 67 % reciben este servicio, ya que cinco familias de las entrevistadas obtuvieron este servicio con la construcción de la minihidroeléctrica en Calaña. ( Anexo Tablas 6 y 7).

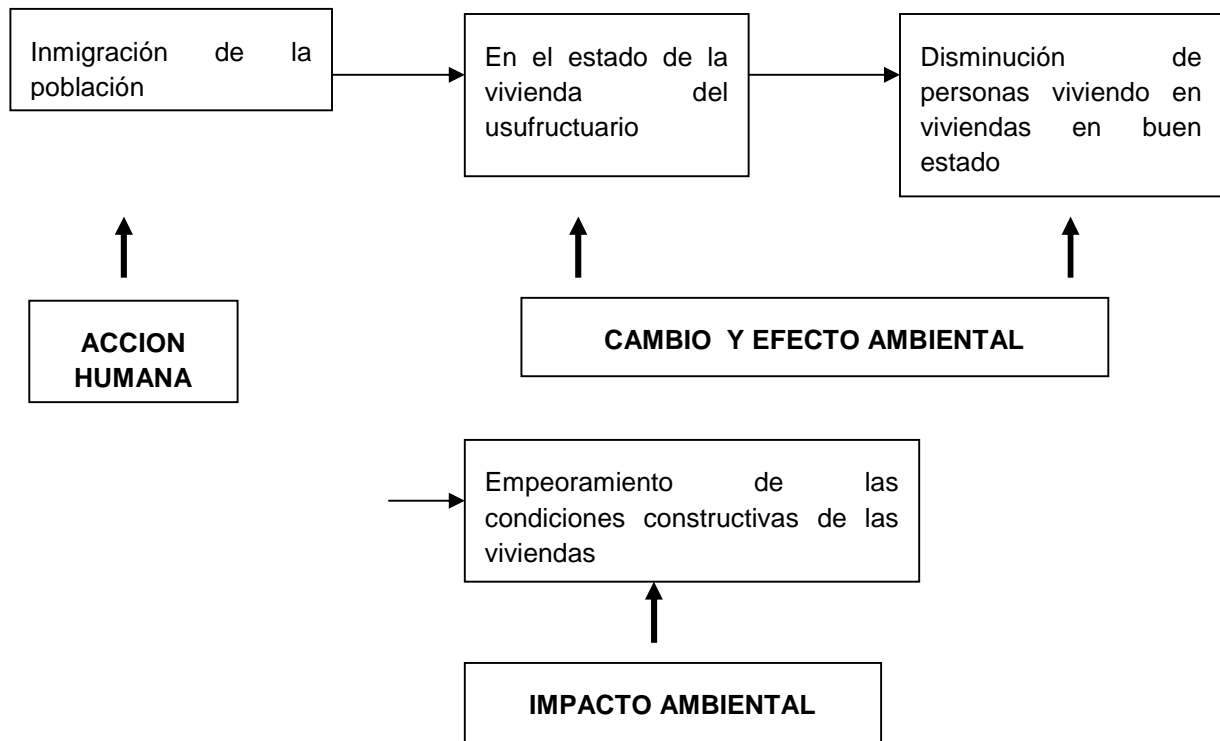
Figura 6: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Estado de la electrificación.



Fuente: Los autores.

6. Empeoramiento de las condiciones constructivas de las viviendas (Figura 7): el 78 % de los inmigrantes vivían en viviendas en buen estado. En la actualidad solo el 11 % vive en estas condiciones ( Anexo Tablas 8 y 9).

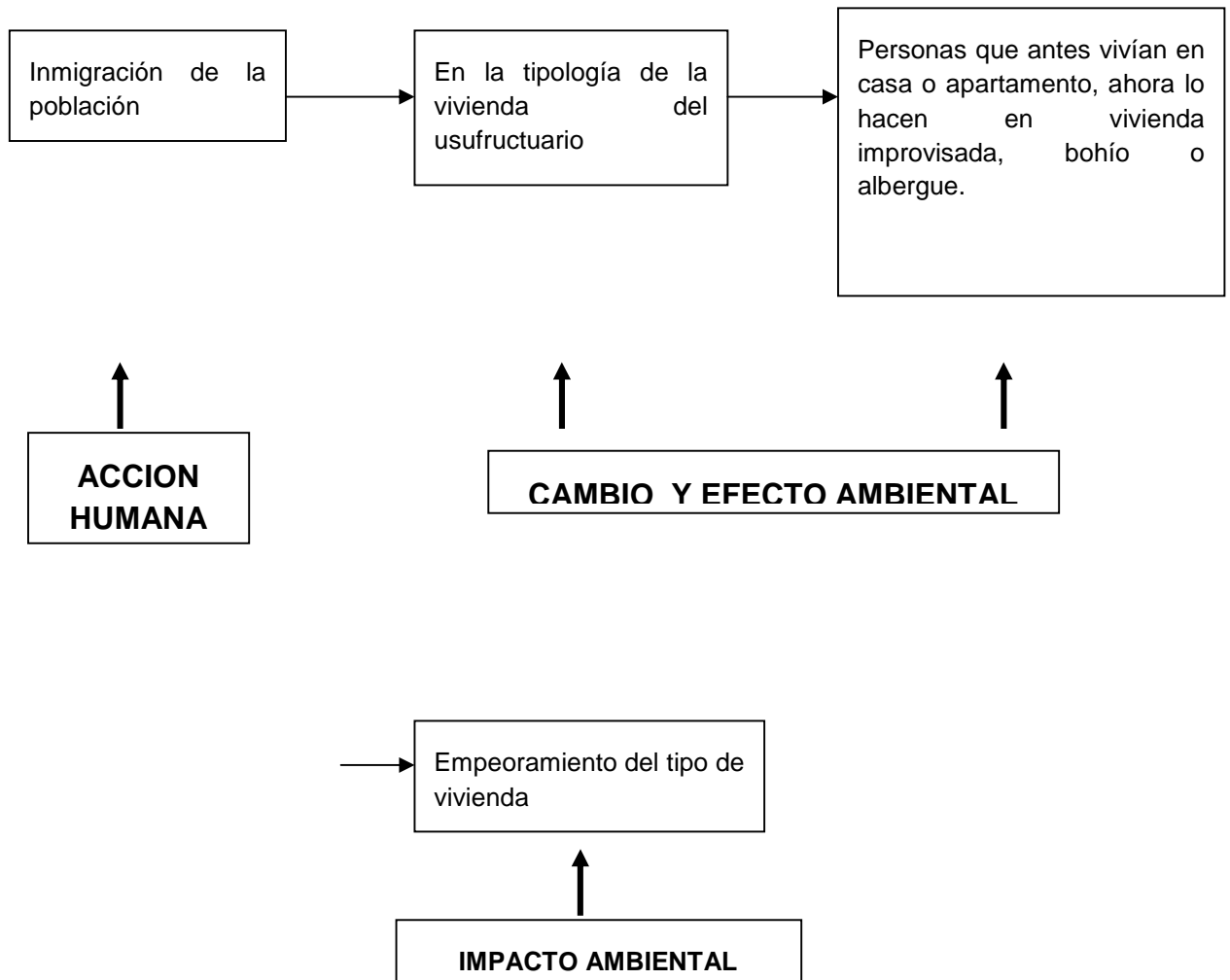
Figura 7: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Estado de la vivienda.



Fuente: Los autores.

7. Empeoramiento en el tipo de vivienda (Figura 8): todas las personas que inmigraron vivían en casa o apartamento. Actualmente ninguno vive en estos tipos de vivienda, sino, que lo hacen en una vivienda improvisada, bohío o albergue (Anexo Tablas 10 y 11).

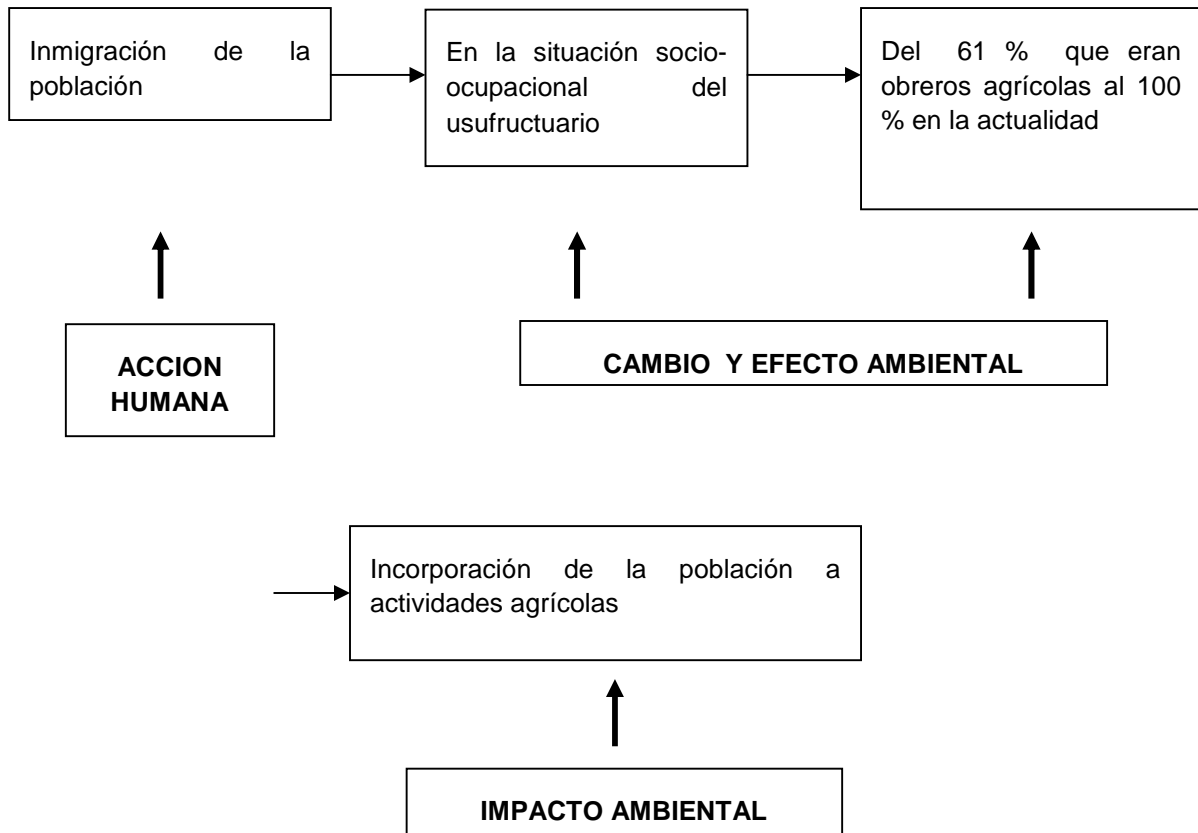
Figura 8: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Tipología de la vivienda.



Fuente: Los autores.

8. Incorporación de la población a actividades agrícolas (Figura 9): como el objetivo de las personas que han inmigrado es trabajar en la actividad cafetalera, sea provocado un cambio en la situación socio-ocupacional del usufructuario. Antes de ser usufructuario el 22 % eran obreros agrícolas, el resto desempeñaba otras actividades (dirigente, técnico, servicio, entre otros). Actualmente todos son obreros agrícolas (Anexo Tablas 12 y 13).

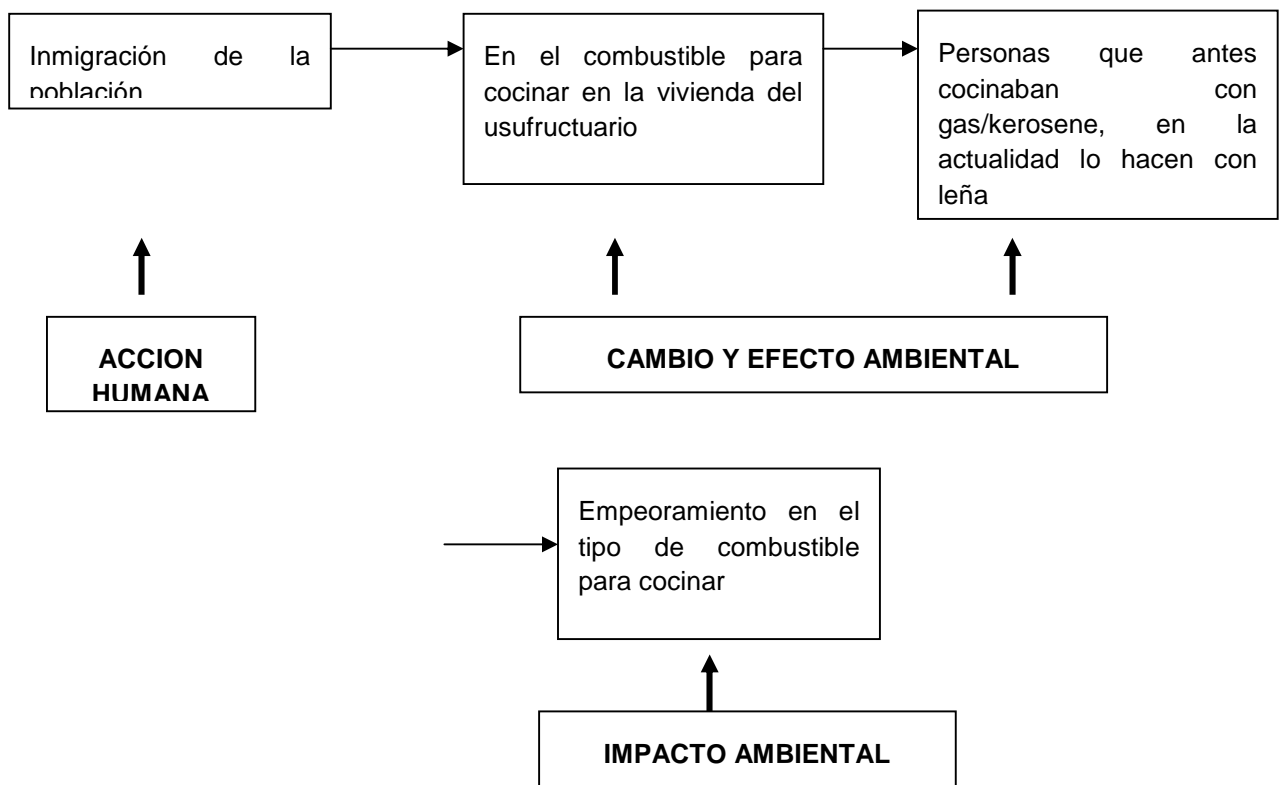
Figura 9: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Situación socio-ocupacional del usufructuario.



Fuente: Los autores.

9. Empeoramiento en el tipo de combustible para cocinar (Figura 10): algunas personas antes de ser usufructuario cocinaban con kerosene y gas y, en la actualidad lo hacen con leña.

Figura 10: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Combustible para cocinar.

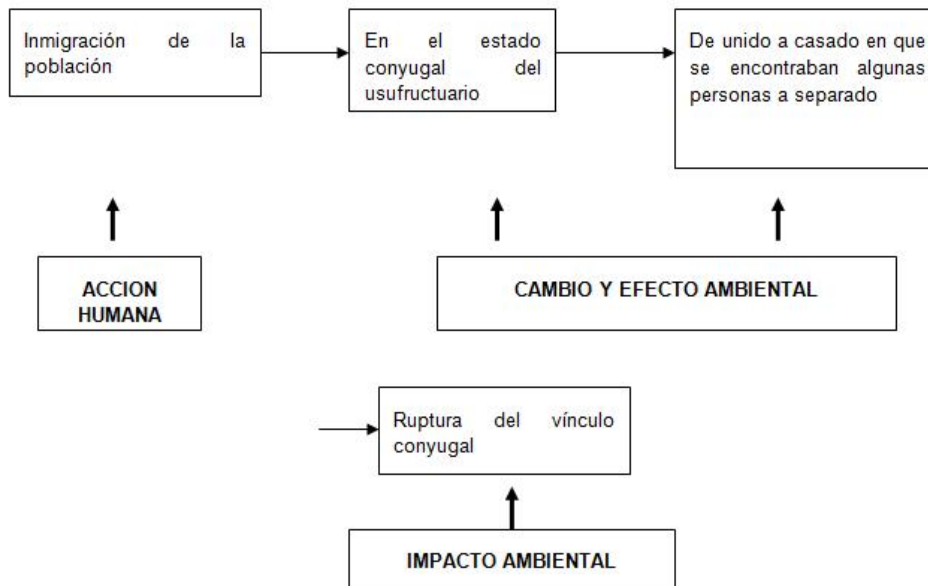


Fuente: Los autores.

10. Ruptura del vínculo conyugal (Figura 11): aunque es un tema engorroso a la hora de preguntar sobre la situación conyugal, debido a que la persona que se entrevista es primera vez que se ve, y es muy difícil que cuente los problemas del porque está separado de su pareja, entonces es complicado discernir si la separación es porque la pareja venía confrontando problemas o fue al irse la persona hacia la finca.

La situación conyugal de algunos de las personas inmigrantes ha cambiado, de unido o casado en que se encontraba antes de ser usufructuario a separado en la actualidad.

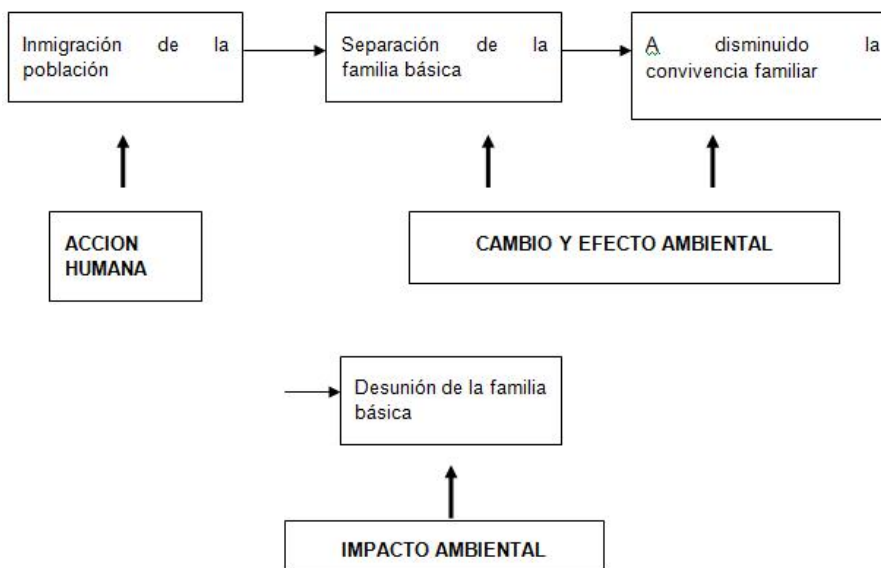
Figura 11: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Estado conyugal del usufructuario.



Fuente: Los autores.

11. Desunión de la familia básica (Figura 12): debido a la no existencia de escuela primaria en determinadas áreas dadas en usufructo, el usufructuario del sexo masculino vive en la finca solo, y la esposa e hijo (s) en el anterior asentamiento de residencia, reuniéndose los fines de semana. En el caso de la única usufructuaria, el hijo menor vive con el padre en la vivienda en la que vivía antes de ser usufructuaria.

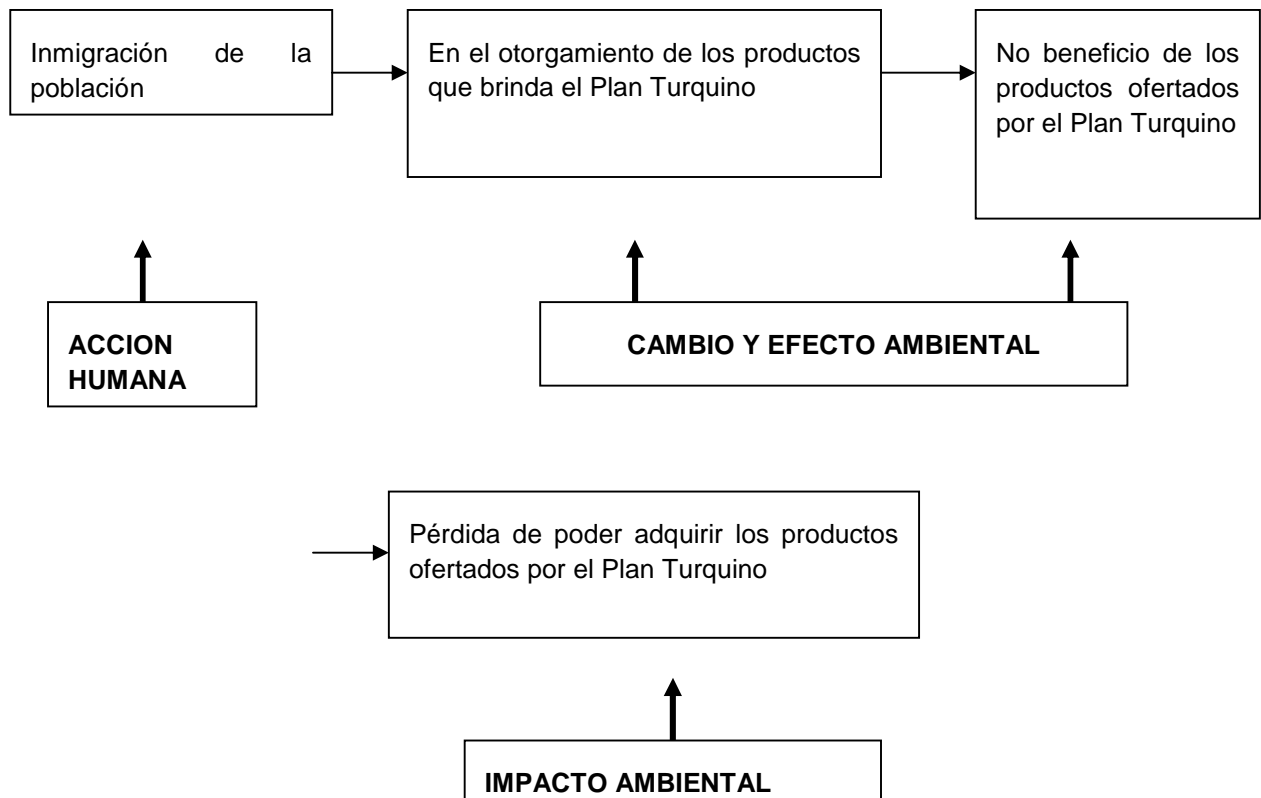
Figura 12: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas.



Fuente: Los autores.

12. Pérdida de poder adquirir los productos ofertados por el Plan Turquino (Figura 13): la OFICODA no ha realizado el traslado de la libreta de consumo en dos hogares, alegando que no se pueden tener dos propiedades de viviendas, debido a que estos usufructuarios renuncian a la libreta de consumo en su anterior vivienda pero no a la propiedad de la vivienda. Esto ocasiona que estas personas tengan que ir periódicamente a su anterior vivienda (en el llano) a buscar los productos y no reciben –por lo tanto- los beneficios del Plan Turquino como es el kerosene, ya que estas dos viviendas no tienen luz eléctrica.

Figura 13: Diagrama de flujo de un impacto ambiental de la inmigración de personas. Otorgamiento de productos.



Fuente: Los autores.

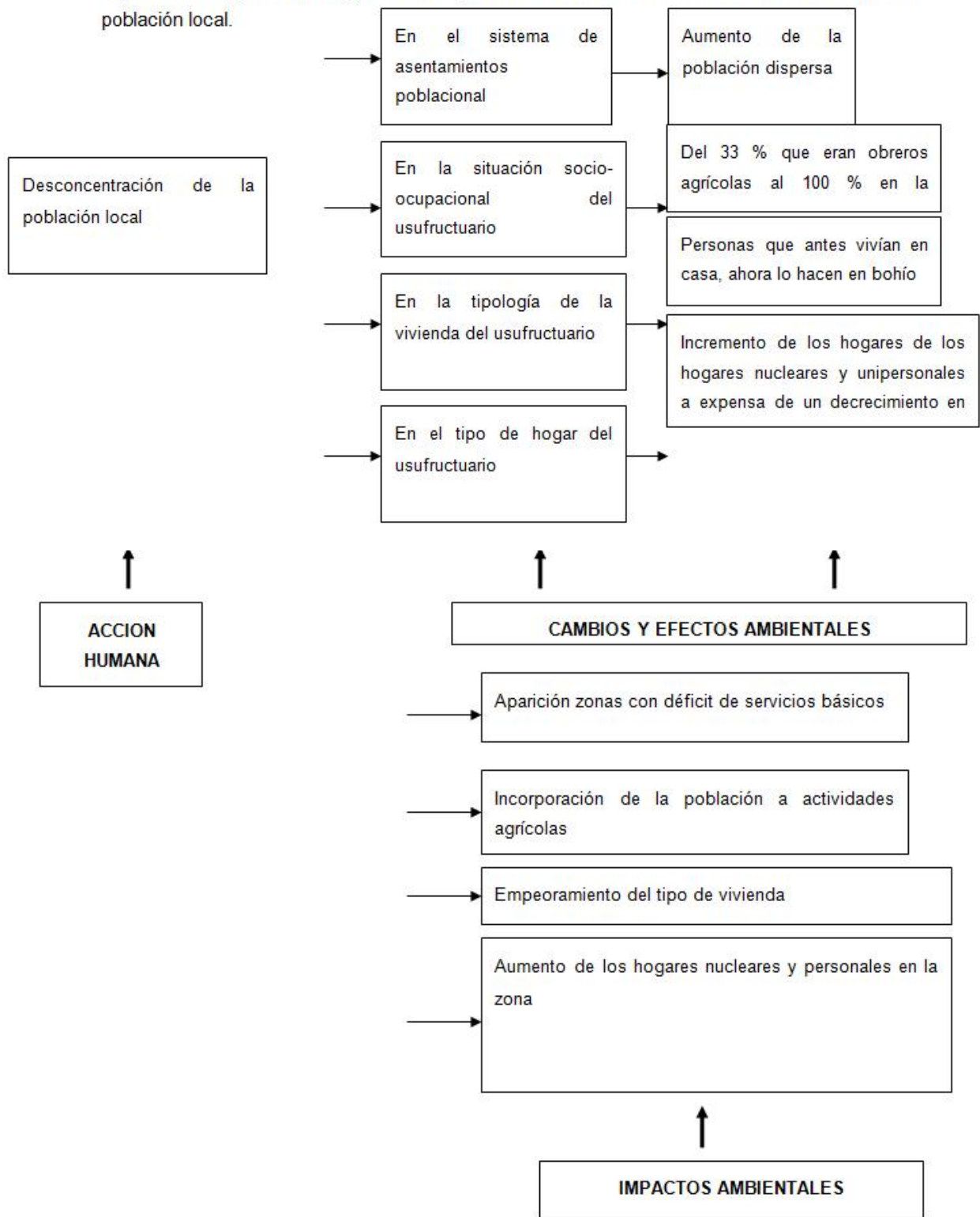
Los impactos ambientales identificados con la **desconcentración de la población local** son:

13. Aparición de zonas con déficit de servicios básicos (Figura 14): al ser entregada la tierra en usufructo, algunos usufructuarios de los asentamientos humanos concentrados de la zona, han construido en la finca una vivienda y se han ido a vivir para ella.

Debido a lo anterior, aumentan las áreas con déficit de servicios básicos, como es el de la energía eléctrica en Cazaña.



Figura 14: Diagrama de flujo de los impactos ambientales de la desconcentración de la población local.



Fuente: Los autores

14. Incorporación de la población a actividades agrícolas (Figura 14): de las tres personas que vivían en un asentamiento rural concentrado (Crucesitas) y se fueron a vivir a la finca, solo uno era obrero agrícola, los otros eran ayudante familiar no remunerado y obrero no agrícola.

15. Empeoramiento en el tipo de vivienda (Figura 14): de estas tres personas, dos empeoraron en el tipo de vivienda, debido a que vivían en casas y ahora lo hace en bohío. La otra persona vivía en bohío.

16. Aumento de los hogares nucleares y unipersonales en la zona (Figura 14): ha existido un incremento de los hogares nucleares de un 38 % a un 54 % y unipersonal de un 8 % a un 15 %, a expensa de una disminución en los extendidos de un 46 % a un 23 % .

El impacto social identificado en aquellas **personas que se quedaron viviendo en el mismo asentamiento**, y que en el presente trabajo se considera como movilidad pendular debido a que pendulan de la casa a la finca diariamente es el siguiente:

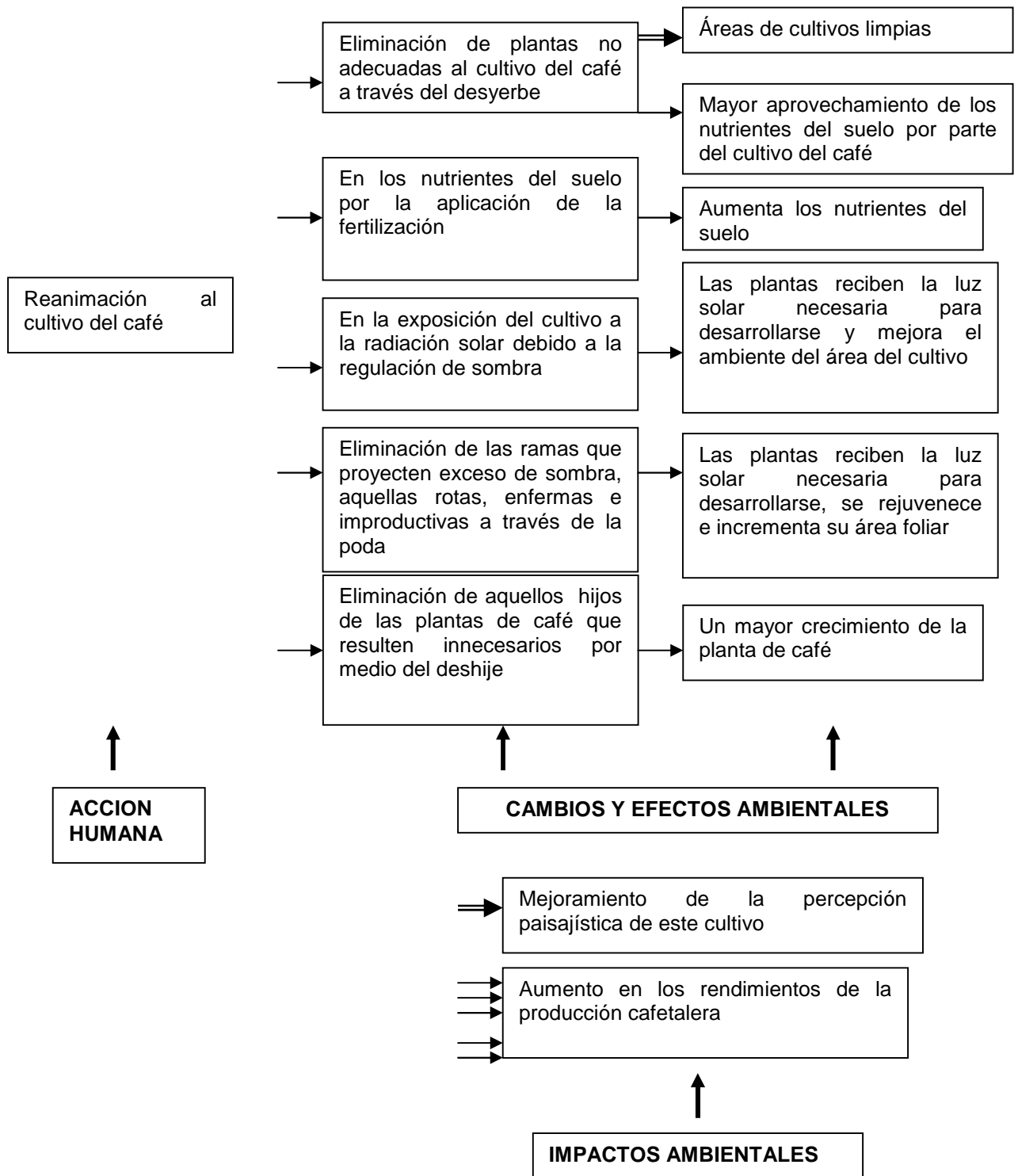
17. Incorporación de la población a actividades agrícolas: aquellas personas que obtuvieron las tierras en usufructo pero que se quedaron viviendo en el asentamiento, antes de ser usufructuario el 54 % eran obreros agrícolas, el resto desempeñaba otras actividades (dirigente, administrativo, ayudante familiar no remunerado). Actualmente todos son obreros agrícolas (Anexo Tabla 13).

- **Impactos ambientales identificados con el desarrollo agropecuario**

- Los impactos ambientales identificados con la **reanimación al cultivo del café** son:

18. Aumento en los rendimientos de la producción cafetalera (Figura 15): se ha realizado atención cultural al cultivo del café como el desyerbe en las fincas, ya que se encontraban abandonadas, algunos desde hacia 20 años; poda; regulación de sombra; deshije; establecimiento de barreras muertas; fertilización y se ha recogido café que antes se perdía. Se están sustituyendo las plantaciones viejas y realizando viveros en las fincas.

Figura 15: Diagrama de flujo de los impactos ambientales debido a la reanimación del café



Fuente: Los autores

La sombra es uno de los principales elementos a tener en cuenta en las plantaciones de café. “Comprende tanto la siembra de plantas para sombrear a los cafetales como la poda,

distanciamiento y eliminación de los árboles que impiden la llegada a las plantas de la cantidad de luz necesaria para desarrollarse y fructificar, de acuerdo con la potencialidad de las variedades que se cultivan” (Dirección Nacional de Café y Cacao, 1987).

En la práctica ha sido comprobado que un inadecuado manejo de la sombra ha influido negativamente en los rendimientos fundamentalmente cuando existe sombra en exceso. La plena exposición solar somete a las plantaciones a una actividad fotosintética que las extenúa (Dirección Nacional de Café y Cacao, 1987).

La poda es uno de los métodos para regular la sombra. “Se utiliza para eliminar de las plantas correctamente espaciadas, las ramas que proyecten exceso de sombra sobre el cafetal” (Dirección Nacional de Café y Cacao, 1987). Además, de aquellas ramas que se encuentren a menos de 3 m de las copas de los cafetos, de aquellas ramas rotas, enfermas e improductivas. Todo lo anterior provoca un rejuvenecimiento e incremento del área foliar de la planta.

El deshije se realiza "en forma selectiva, y se dejarán, solamente cuando sea necesario restituir el área productiva o algunas ramas, los hijos más fuertes, vigorosos y mejor ubicados" (Dirección Nacional de Café y Cacao, 1987).

Todo lo anterior, a propiciado un incremento en los rendimientos (no se pudo obtener las cifras en los viajes de campo realizado pero se conoce por comunicación personal con el jurídico y el jefe de producción de la Empresa Municipal Agropecuaria de Cumanayagua), a pesar de lo temprano de este proceso y a las condiciones climáticas y meteorológicas que ha confrontado la zona (ha habido sequía y después mucha agua, y el ciclón Lily, que derribó muchos árboles que daban sombra al café, lo que ha influido en la floración).

19. Mejoramiento de la percepción paisajística del cultivo (Figura 15): la eliminación de plantas no adecuadas al cultivo del café ha permitido contar con áreas de cultivo limpias.

20. Insatisfacción en la entrega de instrumentos y ropa de trabajo (Figura 16): existe descontento con la entrega de la ropa y el calzado, motivado porque la distribución de la ropa y el calzado está condicionado por:

- por cada 150 latas de café se entregará una muda de ropa y calzado.
- por cada 0.10 caballería de siembra de café se entregará una muda de ropa y calzado.
- por cada 0.20 caballerías de resiembra se entregará una muda de ropa.

Pero como cuando las fincas fueron entregadas estaban abandonadas, los usufructuarios por lo tanto en los primeros años no pueden cumplir con estos requisitos, además que han sido afectados por las condiciones climáticas y meteorológicas mencionadas arriba.

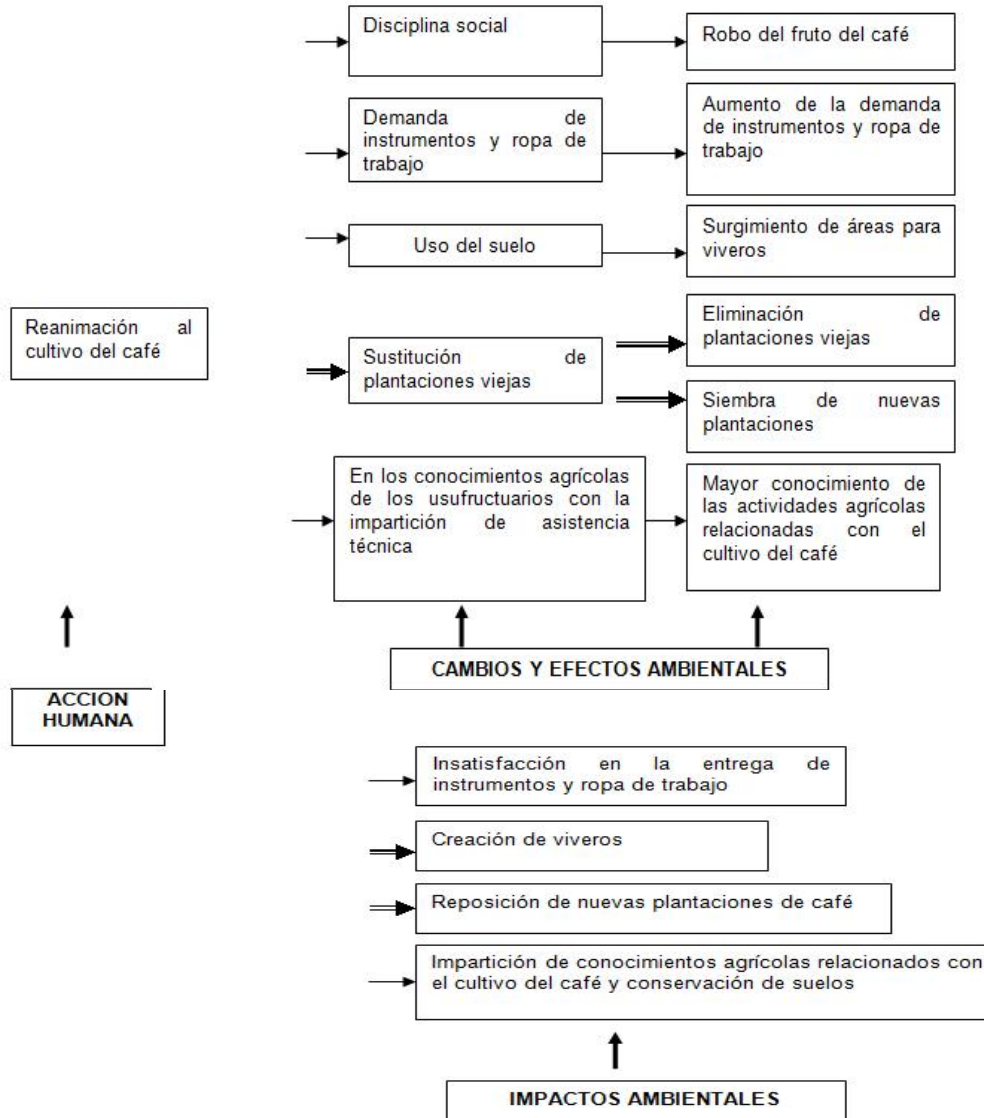
21. Creación de viveros (Figura 16): los usufructuarios en las fincas han creado viveros, los cuales están sentando las bases para la renovación de los cafetales antiguos y el desarrollo productivo cafetalero.

22. Reposición de nuevas plantaciones de café (Figura 16): se han eliminado plantaciones viejas y sembrado nuevas plantas, debido a que en la zona existen plantaciones de más de 20 años.

23. Impartición de conocimientos agrícolas relacionados con el cultivo del café y conservación de los suelos (Figura 16): una vez al mes se reúne el ingeniero de la Empresa

Municipal Agropecuaria con los usufructuarios, en donde se imparten seminarios de capacitación sobre el desarrollo de la actividad productiva, además, visita las fincas para inspeccionar el trabajo que se está realizando.

Figura 16: Diagrama de flujo de los impactos ambientales debido a la reanimación del café



Fuente: Los autores

Los impactos ambientales identificados en el **desarrollo del autoconsumo** son:

24. Aumento de productos alimenticios de autoconsumo (Figura 17): el proceso de entrega de tierras en usufructo contempla que se dedique un área de la finca para autoabastecimiento del usufructuario, esto ha conllevado a que con la producción agrícola y la cría de animales que se desarrolla se beneficia la familia que vive con el usufructuario y aquella que no reside con él.

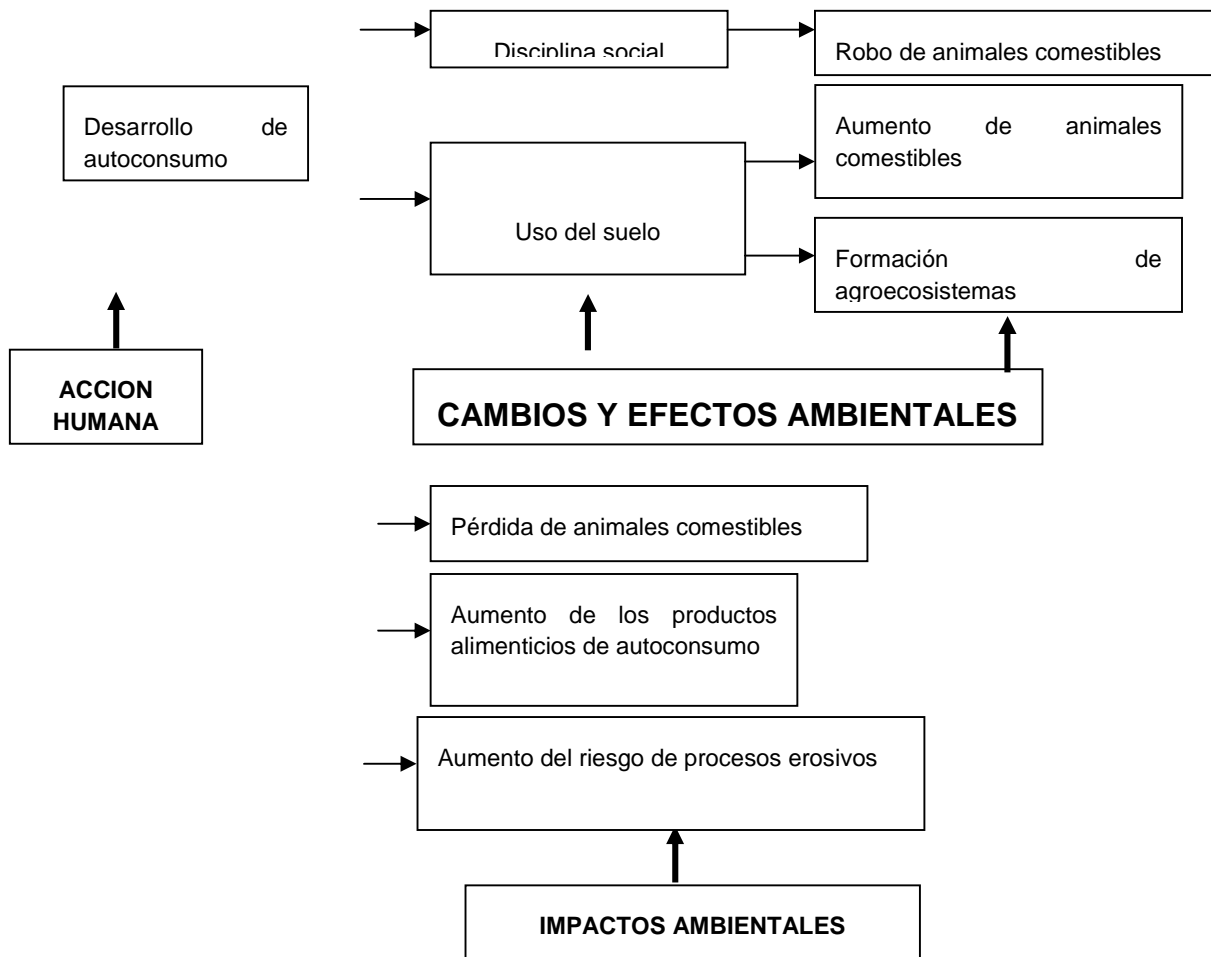
25. Aumento del peligro de procesos erosivos (Figura 17): originado por un manejo inadecuado de las áreas agrícolas, fundamentalmente las que se dedican a autoconsumo

con cultivos que ofrecen poca protección al suelo en zonas de pendiente. Es de destacar como en todas las fincas hay sembrada yuca, que en las expediciones de campo realizadas se observó la siembra en áreas de pendientes. Este es un cultivo degradante en territorios con estas condiciones morfométricas, debido a que en la recogida de este producto se remueve el suelo superficial, lo que unido a la pendiente del relieve, va a originar a mediano y largo plazo la degradación del suelo. Es bueno recordar que "para alcanzar un centímetro de espesor, un suelo puede necesitar entre 50 y 1000 a 2000 años, según su ubicación. Por consiguiente es un recurso difícilmente renovable" (Boukhari, 1999).

Se ha observado la quema controlada antes de la plantación para liberar el terreno de malezas, la misma es considerada "el método de preparación del sitio más antiguo y más barato" (FAO, 1989), pero uno de los requisitos para su empleo es "donde la topografía no es abrupta y los suelos no son erosionables" (FAO, 1989).

26. Pérdida de animales comestibles (Figura 17): en las encuestas realizadas se detectó que uno de los problemas que está afectando a los usufructuarios es el robo de animales, cuestión que ha sido superada al salir de la zona aquellas personas que estaban ilegales.

Figura 17: Diagrama de flujo de los impactos ambientales debido al desarrollo del autoconsumo



Fuente: Los autores

- **Impactos ambientales identificados con el desarrollo de la infraestructura técnica**

Los impactos detectados con la **construcción de la minihidroeléctrica e instalación del tendido eléctrico** son los siguientes:

27. Aparición del servicio de energía eléctrica (Figura 18): la construcción de la minihidroeléctrica en Calaña, ha disminuido las áreas que por la entrega de tierras en usufructo en zonas despobladas no tenían el servicio de luz eléctrica.

28. Utilización de equipos electrodomésticos (Figura 18): Con la existencia de este servicio en las viviendas, las personas han podido utilizar diferentes equipos electrodomésticos: televisión, refrigerador, entre otros.

29. Desarrollo de la autogestión local (Figura 18): la construcción de esta minihidroeléctrica fue realizada por la unión y gestión de los pobladores locales.

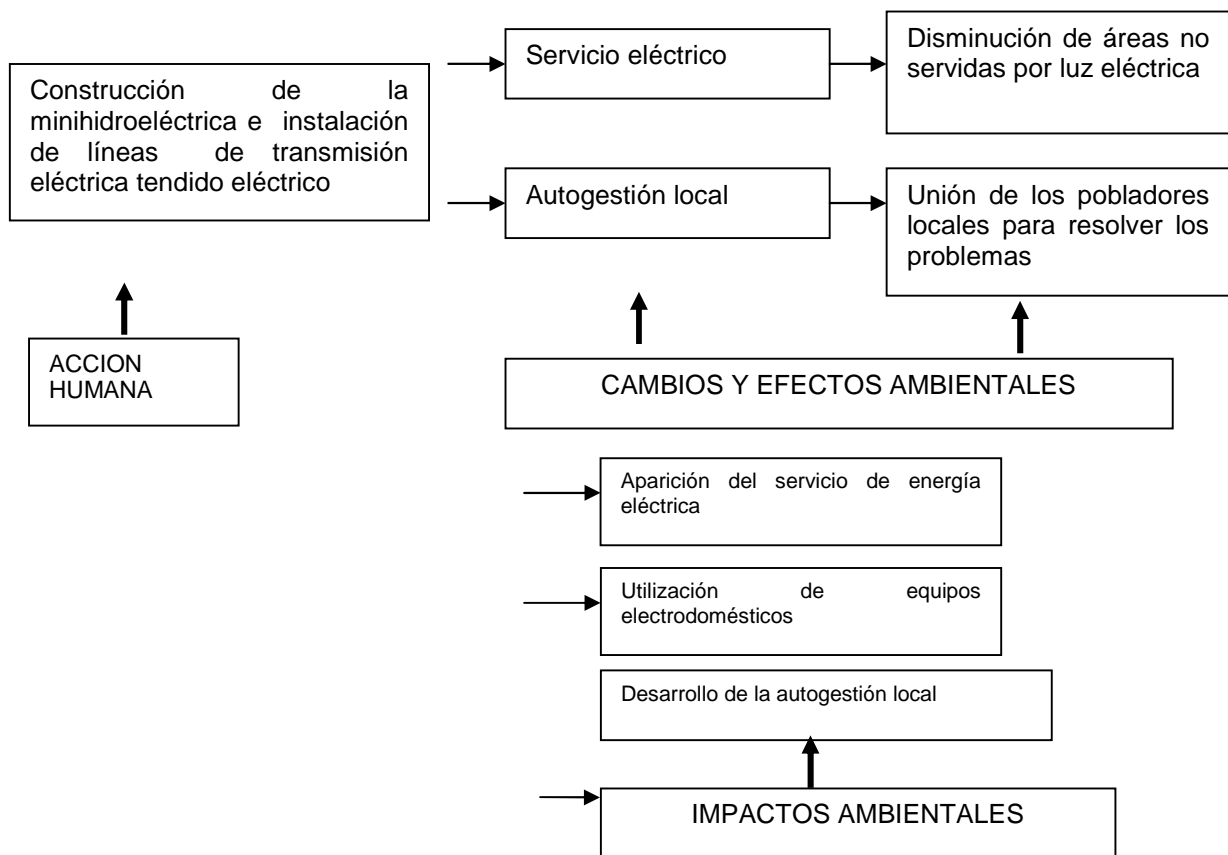
- **Impactos ambientales identificados con el desarrollo constructivo de las viviendas**

30. Incremento de viviendas dispersas en la zona (Figura 19): al ser entregada la tierra en usufructo, los usufructuarios inmigrantes y algunos que eran de la zona improvisaron una vivienda en la finca y, posteriormente construyen una con mejores condiciones.

31. Aparición de segundas residencias (Figura 19): motivado por los robos que ocurren en las fincas, los usufructuarios que no viven en la misma finca, se han visto en la necesidad de construir una vivienda (bohío) en ella para cuidar los animales y los cultivos. Otros mantienen su registro de residencia en la vivienda que tenía antes de ser usufructuario (en el llano) y han construido una vivienda en el área donde le fue entregada la tierra. Además, el que vive en un asentamiento humano concentrado construyen una vivienda en la finca para poder criar animales.

32. Dificultad para construir y reparar la vivienda (Figura 19): no le dan permiso para cortar la madera para construir la vivienda o repararla. Aquellas viviendas propias no le facilitan materiales y todo es por gestión personal.

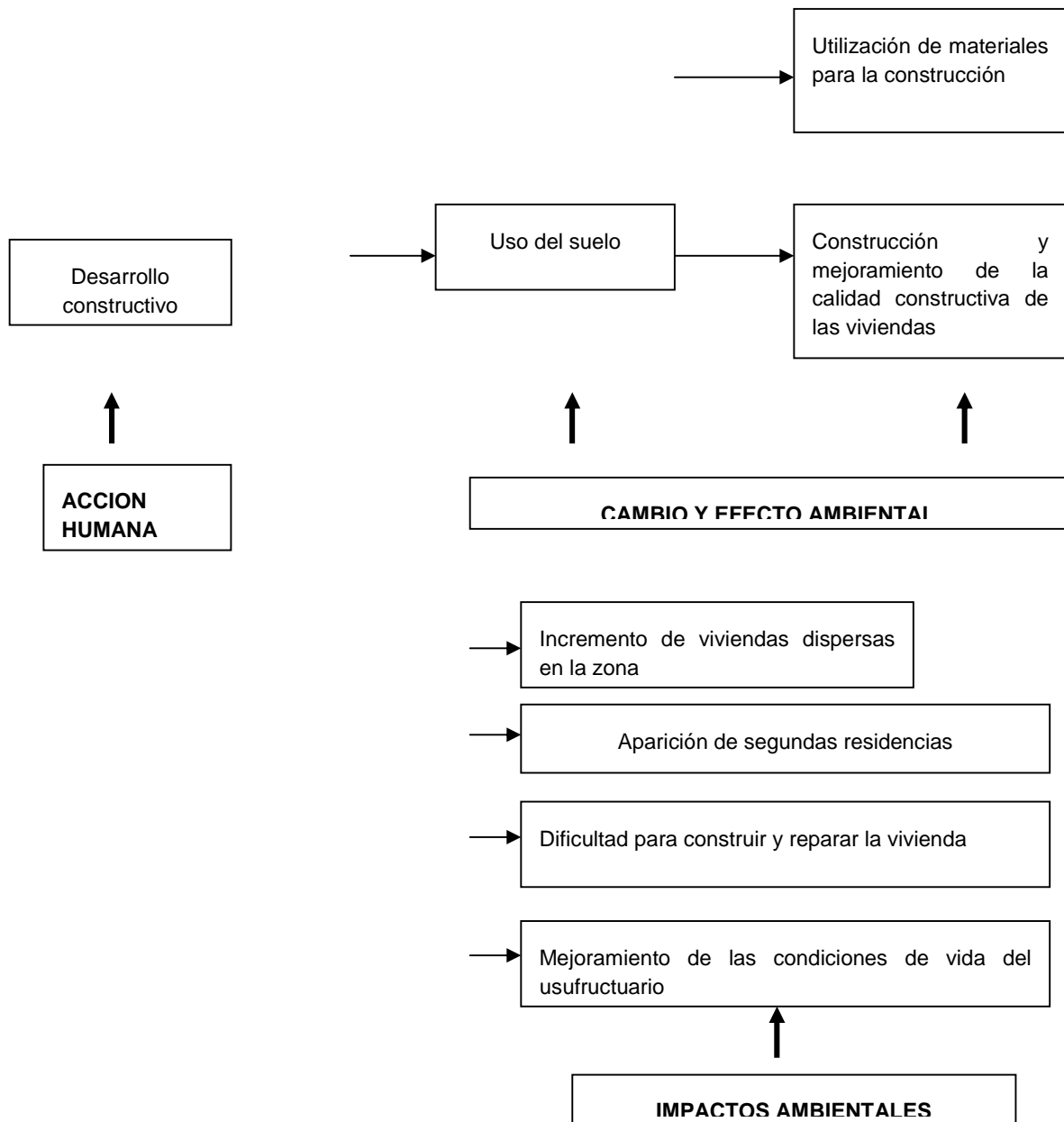
Figura 18: Diagrama de flujo de los impactos ambientales con la construcción de la minihidroeléctrica y la instalación del tendido eléctrico



Fuente: Los autores



Figura 19: Diagrama de flujo de los impactos ambientales con el desarrollo constructivo



Fuente: Los autores

33. Mejoramiento de las condiciones de vida del usufructuario (Figura 19): al llegar el usufructuario a la finca, primeramente improvisan una vivienda, después construyen otra de madera y techo de guano, y las que son medio básico de la E.M.A. con posterioridad han cambiado o lo serán próximamente el techo de guano por planchas de fibrocemento. Lo anteriormente expuesto, ha conllevado a un mejoramiento de las condiciones de vida de estas personas.

- **Dinámica de los impactos ambientales**

Se tuvieron en cuenta tres etapas investigativas. La primera es cuando la persona llega a la finca (**fase inicial**), otra en diciembre de 1998 y la última en marzo de 1999 (**fase operacional**). Atendiendo a esta periodización se identificaron los siguientes impactos ambientales (Tabla 2).

El empeoramiento del tipo y estado constructivo de las viviendas son impactos inevitables, los mismos ocurrieron al llegar a la finca las personas inmigrantes y aquellas que se desconcentraron del asentamiento rural, los cuales improvisaron una vivienda, posteriormente construyeron un bohío y algunos últimamente están cambiando o lo harán próximamente el techo de guano por planchas de fibrocemento, por lo que sea visto una mejoría en el tipo y estado constructivo de las viviendas. Es muy difícil que estas personas puedan construir una casa de mampostería con techo de placa como lo tenían aquellos que proceden del asentamiento de Cumanayagua, en los lugares intrincados en los cuales están siendo ubicados.

Algunos impactos ambientales se han resueltos parcialmente como es la pérdida del servicio de luz eléctrica, debido a la construcción de la minihidroeléctrica en Calaña esta zona se beneficia con este servicio, en las restantes áreas aún no sea resuelto el problema.

Tabla 2: Matriz de dinámica de impactos ambientales

IMPACTO AMBIENTAL		ETAPAS INVESTIGATIVAS									
		Inicial			Operación						
					Diciembre 1998		Marzo 1999				
		I	II		I	II		I	II		
			A	B		A	B		A	B	
Suelo	Aumento del peligro de procesos erosivos.			•				X			X
Paisaje	Mejoramiento de la percepción paisajística del cultivo del café		•			X				X	
Población humana	Incorporación de la población a actividades agrícolas.		•	•		X	X			X	X
	Aumento de hogares unipersonales y nucleares en la zona.	•			X			X			
	Aumento de la fuerza de trabajo agrícola masculina y adulta en la zona.		•	•		X	X			X	X
	Recuperación de la identidad racial de la zona	•			X				X		

	Desunión de la familia básica.	•			X			X		
	Ruptura del vínculo conyugal.	•								
	Impartición de conocimientos agrícolas relacionado con el cultivo del café y conservación de suelos					•			X	
	Desarrollo de la auto-gestión local	•			X			X		
	Mejoramiento de las condiciones de vida del usufructuario				•			X		
Servicios	Creación de zonas con déficit de servicios básicos.	•			X			X		
	Pérdida del servicio de luz eléctrica.	•			H			H		
	Empeoramiento de las condiciones constructivas de las viviendas.	•			H			H		
	Empeoramiento del tipo de vivienda.	•			H			H		
	Empeoramiento en el tipo de combustible para cocinar.	•			X			X		
	Incremento de viviendas dispersas.	•			X			X		
	Dificultad para construir y reparar la vivienda.	•			X			X		
	Utilización de equipos electrodomésticos.				•			X		
	Pérdida de poder adquirir los productos ofertados por el Plan Turquino.	•			X			X		

	Insatisfacción en la entrega de instrumentos y ropa de trabajo.		•			X			X	
	Aparición de segundas residencias.	•			X			X		
Cultivo del café	Aumento en los rendimientos de la producción cafetalera.					•			X	
	Creación de viveros.		•			X			X	
	Reposición de nuevas plantaciones de café.		•			X			X	
Autoconsumo	Pérdida de animales comestibles.						•			
	Aumento de los productos alimenticios.			•			X			X

Fuente: Los autores. I: Actividad no agrícola. II: Actividad agrícola, A: Café,

B: Autoconsumo.

Dinámica: •: aparece, X: se mantiene total, H: se mantiene parcialmente

### • Valoración de los impactos ambientales

La valoración de los impactos ambientales a partir de los indicadores descritos en el marco conceptual (Tablas 3 y 4), muestra que prácticamente la mitad de los impactos son difícil de calificar, por lo que no se realizó la matriz de evaluación de impactos ambientales.

Tabla 3: Indicadores empleados para la valoración de los impactos.

Indicadores	Formas de medidas		
	Positivo (+)	Negativo (-)	Previsto (*)
A. Carácter del impacto			
B. Magnitud	Baja (1)	Media (2)	Alta (3)

C. Alcance	Puntual (1) < 30 %	Parcial (2) 30-70 %	Extenso (3) > 70 %	
D. Plazos en que se produce	Corto (3) < 3 años	Mediano (2) 3-10 años	Largo (1) > 10 años	
E. Persistencia	Temporal (1) < 3 años	Media (2) 3-10 años	Permanente (3) > 10 años	
F. Reversibilidad del efecto	Irreversible (4)	Largo plazo (3) > 10 años	Mediano plazo (2) 3-10 años	Corto plazo (1) < 3 años
G. Posibilidad de introducción de medidas	Posibles (P)	Imposibles (I)		
H. Tipo de impacto	Directo (D)	Indirecto (I)		
I. Importancia del impacto	3 (valor de la magnitud) + 2 (valor del alcance) + valor de los plazos + valor de la persistencia + valor de la reversibilidad = Importancia			

Fuente: Gómez Orea, Domingo (modificado). 1986

Los atributos de persistencia y reversibilidad son difíciles de calificar en aquellas personas inmigrantes, debido a que se desconoce el tiempo que ellos van a estar como usufructuarios.

En el caso del impacto *empeoramiento en el tipo de combustible para cocinar*, se estima la persistencia y reversibilidad en relación con el kerosene y no con el gas.

Como no se dispuso de la información de la *incorporación de la población a actividades agrícolas* en forma desglosada, es decir, por inmigrantes, población desconcentrada y aquella que no se desconcentro, se considera difícil de calificar en cuanto a magnitud y alcance espacial.

En el carácter del impacto *incremento de viviendas dispersas en la zona* se considero difícil de calificar, porque si se analiza desde el punto de vista a que estas viviendas fueron construidas por los usufructuarios en las fincas para atender el café es positivo, pero a su vez estas construcciones han conllevado al surgimiento de áreas con déficit de servicios básicos.

También en el impacto *aparición de segundas residencias* se asignó difícil de calificar en el carácter, debido a que la vivienda que se construye en la finca es para atender el cultivo del café, lo cual es positivo, pero a su vez las condiciones constructivas de las mismas y el déficit de determinados servicios que tienen hace que sea negativo.

Tabla 4: Matriz de valoración de impactos ambientales.

Impactos identificados	Indicadores								
	Carácter del impacto	Magnitud	Alcance	Plazos en que se produce	Persistencia	Reversibilidad	Posibilidad de introducción de medidas	Tipo de impacto	Importancia del impacto
1	-	2	2	3	2	2	P	D	17
2	+	2	3	3	**	**	P	I	**

3	+	2	3	3	**	**	I	I	**
4	+	3	2	3	**	**	I	D	**
5	-	3	3	3	3	2	P	D	23
6	-	3	3	3	3	4	P	D	25
7	-	3	2	3	3	4	P	D	23
8	+	3	2	3	**	**	P	D	**
9	-	3	3	3	2	2	P	D	22
10	-	1	1	3	3	3	I	**	14
11	-	2	2	3	2	2	P	D	17
12	-	1	1	3	2	2	P	D	12
13	-	2	2	3	2	2	P	D	17
14	+	2	2	3	**	**	I	D	**
15	-	2	2	3	3	4	P	D	20
16	+	3	2	3	**	**	I	D	16
17	+	3	2	3	**	**	P	D	**
18	+	1	1	3	**	**	P	I	**
19	+	3	3	3	**	**	P	D	**
20	-	3	3	3	2	2	P	I	22
21	+	2	1	3	**	**	P	I	**
22	+	2	1	3	**	**	P	D	**
23	+	2	3	3	**	**	P	D	**
24	+	3	1	3	**	**	P	I	**
25	-	1	1	3	**	**	P	D	**
26	-	2	1	3	1	1	P	I	13
27	+	1	1	3	3	4	P	D	15
28	+	1	1	3	3	4	P	I	15
29	+	1	1	3	**	**	P	I	**
30	**	3	3	3	**	**	I	D	**
31	**	2	1	3	**	**	I	I	**
32	-	2	2	3	2	**	I	I	**
33	+	2	1	2	3	3	P	I	16

Fuente: Los autores. Difícil de calificar (\*\*)

### • Conclusiones

1. La entrega de tierras en usufructo a personas individuales es un proceso de reorganización de la producción agropecuaria, con repercusiones en el orden natural, económico y sociodemográfico, que demandan de estudios integrales para medir sus impactos.

2. El procedimiento aplicado mostró impactos en diferentes dimensiones:

- sociodemográficos: en la movilidad espacial de la población; en el sistema de asentamientos poblacional; en la estructura sexo-etaria de la población; en la composición racial de la población; en el tipo de hogar; en la situación conyugal; en la familia básica; en la situación socio-ocupacional; en el tipo y estado de la vivienda; en el tipo de combustible para cocinar; en servicios básicos como luz eléctrica, médico de la familia, escuela primaria; en la adquisición de conocimientos agrícolas relacionado con el cultivo del café.

- económicos: en el fomento del cultivo del café; en la creación de nuevas plantaciones para el café; aumento en los rendimientos de la producción cafetalera.
- naturales: en el mejoramiento de la percepción paisajística del cultivo del café; en el aumento del peligro de procesos erosivos.

3. La matriz de identificación de impactos ambientales muestra que las acciones derivadas de este proceso que más impactos ambientales han causado, de acuerdo al procedimiento aplicado, son la movilidad espacial de la población, la reanimación al cultivo de café y la construcción de la minihidroeléctrica e instalación de líneas de transmisión eléctrica. Los factores ambientales más afectados han sido la población humana y los servicios.

4. Los resultados de la matriz de valoración de impactos ambientales refleja incertidumbre en el comportamiento futuro de algunos impactos, dado por la dificultad de su valoración en determinados aspectos, como son en su persistencia y reversibilidad.

5. Un logro positivo derivado de este proceso ha sido la emergencia de iniciativas de desarrollo local, las cuales han conllevado a transformaciones sociales en el territorio y con ello han aminorado algunos efectos negativos de este proceso.

#### • Recomendaciones

1. La complejidad del problema abordado conlleva a la necesidad de continuar profundizando en los instrumentos teórico-metodológicos, que permita seguir identificando, caracterizando y evaluando los impactos producidos por la entrega de tierras estatales en usufructo a productores individuales.

2. Incorporar en este proceso a otros organismos, los cuales son los responsables por velar porque se desarrolle una agricultura sostenible en el país, teniendo en cuenta que el territorio en cuestión, dadas sus características naturales, es considerado un ecosistema frágil.

3. Realizar un monitoreo medioambiental en la zona y, medir así los cambios en sus componentes durante el desarrollo de este proceso. Se debe tener en cuenta las variables seleccionadas y otras que se consideren relevantes.

4. Extender este tipo de estudio a otros territorios en los cuales se este desarrollando este proceso, lo cual permitirá conocer la diferenciación espacio-temporal de los impactos ambientales del mismo, así como profundizar en los conocimientos en la relación población-desarrollo sostenible en el ecosistema frágil.

Anexo 2: Tabla de frecuencia según sexo del usufructuario y su status migratorio

SEXO	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Masculino	21 96 % 62%	13 100 % 38 %	34  100 %
Femenino	1 4 %		1 100 %
<b>TOTAL</b>	22 100 %	13 100 %	35 100.0%

Fuente: Expedientes y encuesta

Anexo 3: Tabla de frecuencia según color de la piel del usufructuario y su status migratorio

<b>COLOR DE LA PIEL</b>	<b>INMIGRANTE</b>	<b>NO INMIGRANTE</b>	<b>TOTAL</b>
Blanco	9 100 % 45 %	11 85 % 55 %	20 91 % 100 %
Mestizo		2 15 % 100 %	2 9 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	13 100 %	22 100.0%

Fuente: Encuesta

Anexo 4: Tabla de frecuencia según tipo de hogar en la que vivía el individuo de acuerdo a relación de parentesco antes de ser usufructuario y su status migratorio

<b>HOGAR ANTERIOR</b>	<b>INMIGRANTE</b>	<b>NO INMIGRANTE</b>	<b>TOTAL</b>
Unipersonal		1 8 % 100 %	1 5 % 100 %
Nuclear	5 56 % 50 %	5 38 % 50 %	10 45 % 100 %
Extendido	4 44 % 40 %	6 46 % 60 %	10 45 % 100 %
Compuesto	-	1 8 % 100 %	1 5 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	13 100 %	22 100 %

Fuente: Encuesta

Anexo 5: Tabla de frecuencia según tipo de hogar en la que vive el usufructuario de acuerdo a relación de parentesco y su status migratorio

<b>HOGAR ACTUAL</b>	<b>INMIGRANTE</b>	<b>NO INMIGRANTE</b>	<b>TOTAL</b>
Unipersonal	3 33 % 60 %	2 15 % 40 %	5 23 % 100 %
Nuclear	4 44 % 36 %	7 54 % 64 %	11 50 % 100 %
Extendido	2 22 % 40 %	3 23 % 60 %	5 23 % 100 %
Compuesto	-	1 8 % 100 %	1 4 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9	13	22



	100 %	100 %	100.0%
--	-------	-------	--------

Fuente: Encuesta

Anexo 6: Tabla de frecuencia del estado de la electrificación de la vivienda antes de ser usufructuario y status migratorio

ESTADO DE LA ELECTRIFICACIÓN	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Electrificado	9 100 % 53 %	8 67 % 47 %	17 81 % 100 %
No electrificado	-	4 33 % 100 %	4 19 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	12 100 %	21 100.0 %

Fuente: Encuesta. No se tiene información de un no migrante

Anexo 7: Tabla de frecuencia según estado de la electrificación de la vivienda actual del usufructuario y status migratorio

ESTADO DE LA ELECTRIFICACIÓN	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Electrificado	6 67 % 50 %	6 50 % 50 %	12 54 % 100 %
No electrificado	3 33 % 27 %	6 50 % 54 %	9 41 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	12 100 %	22 100.0%

Fuente: Encuesta. No se tiene información de un no migrante

Anexo 8: Tabla de frecuencia según estado de la vivienda antes de ser usufructuario y status de migrante

	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Buena	7 78 % 70 %	3 23 % 30 %	10 45 % 100 %
Regular	2 22 % 22 %	7 54 % 78 %	9 41 % 100 %
Mala		3 23 % 100 %	3 14 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9	13	22

	100 %	100 %	100.0%
--	-------	-------	--------

Fuente: Encuesta

Anexo 9: Tabla de frecuencia según estado de la vivienda actual del usufructuario y status de migrante

	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Buena	1 11 % 25 %	3 23 % 75 %	4 18 % 100 %
Regular	3 33 % 37.5 %	5 38 % 62.5 %	8 36 % 100 %
Mala	4 44 % 44 %	5 38 % 56 %	9 41 % 100 %
No procede*	1 11 % 100 %		1 4 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	13 100 %	22 100.0%

\* Se refiere a que el usufructuario vive en un albergue.

Fuente: Encuesta

Anexo 10: Tabla de frecuencia según tipología de la vivienda antes de ser usufructuario y status de migrante

	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Casa	7 78 % 50 %	7 54 % 50 %	14 64 % 100 %
Apartamento	2 22 % 100 %	-	2 9 % 100 %
Bohío	-	6 46 % 100 %	6 27 % 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	13 100 %	22 100.0%

Fuente: Encuesta

Anexo 11: Tabla de frecuencia según tipología de la vivienda actual del usufructuario y status de migrante

	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Casa	-	4 31 % 100 %	4 22.7% 100 %
Bohío	6 67 %	9 69 %	15 63.6%

	40 %	60 %	100 %
Improvisada	2 22 % 100 %	-	2 9.1% 100 %
Otro (albergue)	1 11 % 100 %	-	1 4.5% 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	13 100 %	22 100 %

Fuente: Encuesta

Anexo 12: Tabla de frecuencia según clasificación sociocupacional antes de ser usufructuario y status migratorio

	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Dirigente	2 22 % 67 %	1 8 % 33 %	3 13.6% 100 %
Técnico	1 11 % 100 %	-	1 4.5% 100 %
Administrativo	-	1 8 % 100 %	1 4.5% 100 %
Servicio	1 11 % 100 %		1 9.1% 100 %
Obrero agrícola	2 22 % 20 %	8 61 % 80 %	10 45.5% 100 %
Ayudante familiar no remunerado		2 15 % 100 %	2 9.1% 100 %
Obrero no agrícola	2 22 % 67 %	1 8 % 33 %	3 9.1% 100 %
Jubilado	1 11 % 100 %		1 4.5% 100 %
<b>TOTAL</b>	9 100 %	13 100 %	22 100.0%

Fuente: Encuesta

Anexo 13: Tabla de frecuencia según clasificación sociocupacional actual del usufructuario y status migratorio

	INMIGRANTE	NO INMIGRANTE	TOTAL
Obrero agrícola	9 41 %	13 59 %	22 100.0%

Fuente: Encuesta

- **Consideraciones finales**

Las acciones realizadas por el hombre sobre la naturaleza durante el presente siglo han llevado a desmesuradas transformaciones de algunos de sus componentes y de las unidades holísticas que ellos conforman, incrementándose su diferenciación. Así, el desarrollo del conocimiento científico en esta materia se ha visto impulsado a la definición de nuevos métodos, enfoques y conceptos. En este contexto han surgido y evolucionado términos tales como: *medio ambiente*, *ecosistema*, *paisaje*, *geosistemas*, *análisis ambiental*, *impacto ambiental* y *desarrollo sostenible* y otros.

Con sus aciertos y desaciertos, ventajas y desventajas, ninguno de los enfoques desarrollados para el estudio del medio ambiente, ha podido constituirse en enfoque único para el análisis ambiental. Unos, por ser de corte eminentemente estructuralista, abordan el medio ambiente a partir de los elementos naturales y sólo en ocasiones toman en cuenta la interacción con la sociedad; otros consideran las múltiples interacciones que se establecen en el medio natural desde un punto de vista biocéntrico y por otro lado hay quienes se basan en la interrelación entre la naturaleza y la sociedad con énfasis en la componente antrópica.

La tendencia al uso de la teoría sistémica en las investigaciones del medio ambiente se manifiesta cada vez más en el estudio de los elementos más heterogéneos en composición y complejidad de organización. Los tipos de medio ambiente según el enfoque medioambiental dependen fundamentalmente de dos factores: uno, la estructura, composición y condiciones naturales y el otro, los requerimientos de la sociedad que le asignan una función a cada territorio. Cada función artificial refleja la necesidad de satisfacer los requerimientos de la sociedad en determinado espacio y tiempo, mientras que la función natural refleja tendencia a la estabilidad natural. Existen cadenas de funciones de mutua complementación y alternativas.

El estudio del medio ambiente siempre debe relacionarse con la expresión espacial de los fenómenos, la cual se manifiesta en la integración de los tres subsistemas (Naturaleza, Economía y Población). Como resultado de esta integración, se definen en el espacio geográfico, distintas unidades ambientales.

El enfoque ecosistémico, a nuestro entender de una significativa rigurosidad científica y de un vertiginoso desarrollo al frente de numerosos estudios ambientales, ha adolecido sin embargo de una expresión espacial adecuada, que se adapte a los requerimientos de la problemática ambiental y por otro lado su nivel de especialización biológica ha sobredimensionado en ocasiones la componente biótica del medio ambiente, que si bien no deja de ser determinante, no puede prescindir de otros elementos abióticos y socioeconómicos insuficientemente abordados.

El enfoque paisajístico es de corte eminentemente estructuralista, aborda la composición del medio ambiente comenzando por los elementos naturales y en menor medida toma en cuenta la interacción con la sociedad, a partir de las transformaciones que esta genera.

El enfoque geosistémico surge a partir de las conexiones entre la ciencia geográfica y el enfoque sistémico, principalmente por las escuelas soviética y alemana. Con la noción de dimensionalidad del geosistema se logra un salto cualitativo importante en la ciencia geográfica

al abrir la posibilidad de modelación de la dinámica y la variabilidad de estructuras del medio ambiente.

El compendio de artículos aquí relacionados, deberá permitir organizar los conocimientos fundamentales para el análisis ambiental, partiendo de que el estudio del medio ambiente resulta sumamente complejo y de que son muchas las disciplinas con las que hay que interactuar para poder hacer un análisis ambiental integral, pero sobre todo objetivo. Los ejemplos prácticos de aplicación, son solo una pequeña muestra de todo lo que se puede hacer si se logra aunar esfuerzos y aprovechar la vasta experiencia acumulada.

Al analizar los diferentes enfoques para el análisis ambiental resulta evidente que debe propiciarse una interacción entre ellos sin perder cada uno su propia integridad. Queda no obstante el campo abierto para la reflexión, el análisis ambiental y cualquier otra disquisición.

Esta ambiciosa compilación ha reunido a especialistas de reconocido prestigio en su especialidad, entre los cuales existe un acuerdo tácito para dar continuidad a esta obra y contribuir además a la generalización y aplicación de los conocimientos que atesora.

**BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

1. Academia de Ciencias de Cuba e Instituto de Geodesia y Cartografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Geográfico Nacional, Madrid.
2. Academia de Ciencias de la URSS y Comité Geográfico Soviético (1984): Principios para la investigación del clima y el tiempo y su génesis [en ruso]. Materiales de Investigación Meteorológica, Moscú, 8:101-159.
3. Alcántara J.C., F. Gómez, R. Grasa, J. Matos, A. Muñoz, P. Nájera, J. Pavón, M. Valenzuela (s/f): El análisis interdisciplinar de la problemática ambiental II. Fundación Universidad Empresa Madrid, España. Colecciones Medio Ambiente y Educación Ambiental, 343 pp.
4. Alcolado P. M., A. Herrera-Moreno y N. Martínez-Estalella. 1994. Sessile communities as environmental bio-monitors in Cuban coral reefs, 1993. In: R.N. Ginsburg (ed) *Proceeding of the colloquium and forum on global aspects of coral reefs: Health, hazards, and history*, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, University of Miami, pp 27-33.
5. Alcolado, P. M. 1984. Utilidad de algunos índices ecológicos estructurales en el estudio de comunidades marinas de Cuba. *Ciencias Biológicas*, 11: 61-77.
6. Alcolado, P. M. 1990a. General features of Cuban sponge communities. 351-357 pp. In: *New Perspective in Sponge Biology* (K. Rützler, ed.), 533pp. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
7. Alcolado, P. M. 1994. General trends in coral reef sponge communities of Cuba. In: *Sponges in time and space*, (RWM van Soest, van Kempfen and Braekman eds.) pp 251-255, Balkema, Rotterdam.
8. Alvarez O. et al., (1994): Estudio químico-climatológico de la región de Varadero asociado al desarrollo petrolero. La Habana. Informe científico, p. 92.
9. Alvarez, C.A. (1997): Apuntes preliminares sobre la dinámica del uso de la Tierra 1989-1995. Instituto de Planificación Física. Departamento de Planeamiento Nacional. La Habana, 49 pp
10. Alvarez, L. (1984) : El papel de la población en el desarrollo de la sociedad. En Seminario Internacional Poblacional y Nuevo orden económico internacional. U. H., CEDEM, CIEI, La Habana, 34 pp.
11. Andrieux, Claude (1970): Contribution a l'étude du climat des cavites naturelles des massifs karstiques. III/ Evapo- condensation souterraine. *Ann. Speleol.* 25(3):91-119
12. Antigüedad. I.; M. Arellano; M.L. Calvache; M.V. Esteller; J.R. Fagundo; M.A. Gómez; A. González; A. González; J. Gutiérrez; H. Llanusa; M. López; L.F. Molerio; T. Morales; I. Morell; I. Mugerza & A. Pulido (1997): Curso Avanzado sobre Contaminación de Aguas Subterráneas. Monitoreo, Evaluación, Recuperación. 2 vols., Castellón, 324:
13. Araguás Araguás, L.; R. Gonfiantini (1992): Los isótopos ambientales en los estudios de la intrusión marina. IAEA, Viena, 60:
14. Arcia M. et al. (1995): "Atlas de Medio Ambiente del Caribe ". Inst. de Geografía Tropical. Madrid, España, 215 pp.
15. Arcia Rodríguez, M. (Ed) et al. (1994): Geografía del medio ambiente: una alternativa del ordenamiento ecológico. Toluca, Chimal Editores, México, 289 pp.

16. Arellano, D.M.; L.F. Molerio León & A. Santos Sanamé (1993): Dinámica del Flujo Regional en el Macizo Metamórfico de la Isla de la Juventud. in/ Estudios de Hidrología Isotópica en América Latina 1994, IAEA TECDOC-835, Viena, :175-194
17. Armand, D.L. (1975): Ciencia del paisaje. De. Mysl, Moscú. 288 pp. (En ruso)
18. Arnold C. Orveda (1980): Bibliography of the soil's of the tropics" . Vol IV : Tropics in General and Islands of Pacific and Indian Oceans. Technical Series Bulletin No. 17. Agenci for internacional developmen, Washington E.U.A 115 pp
19. Asamblea Nacional del Poder Popular de la República de Cuba (1981): Ley No. 33. Gaceta Oficial No. 17 255-266 pp.
20. Baptista de Cunhas, S. y A.J. Teixeira Guerra (1996): "Geomorfología: ejercicios, técnicas y aplicaciones" Bertrand Brasil, S.A., Río de Janeiro, 345 pp.
21. Batista, J.L. y A. Grin, eds. (1990): "Dinámica de los procesos físico - geográficos exógenos en geosistemas tropicales." Inst. de Geografía, Academia de Ciencias de la URSS., Moscú, 65 pp.
22. Blanco, P. (1996): "Enfoques teórico - aplicados al estudio del relieve en territorios montañosos de Cuba." (Tesis Doctoral) Inst. De Geografía Tropical. CITMA. 106 pp. (inédito).
23. Cabrer P. y R. García (1968): "Suelos Agrícolas Cubanos" Editorial Ciencia y Técnica, La Habana, 854 pp.
24. Cincura, J. (1976): "El relieve como uno de los elementos básicos del geocomplejo natural y sus relaciones con la esfera socioeconómica. En el ejemplo de los Cárpatos Occidentales -(en inglés). En: Geomorphology and Paleogeography, pp.39-43
25. Cobertera Laguna Esquerria, E. (1985): "Métodos de clasificación agrogeográficas de los suelos cultivados de las comarcas tarracoenses" Publicaciones y ediciones de la Univ. de Barcelona, Barcelona, España, 50 pp.
26. Cobertera, E. (1993): "Edafología Aplicada". Catedra, Madrid, 326 pp.
27. Demolón A. (1967): "Dinámica del Suelo" Edición Revolucionaria, La Habana, 527 pp.
28. Direc. Nac. Suelos y Fertilizantes (1975): "Suelos de Cuba" INRA Edit. Orbe La Habana Tomo I. 352 pp.
29. Estudios Agrosociales No. 168 (1994): "Agricultura- Medio Ambiente". Academia de Ciencias de La Habana.
30. FAO. (1988): "Potencialidades del desarrollo agrícola y rural en América Latina y el Caribe. Anexo IV Recursos naturales y Medio ambiente, Roma, 111pp.
31. Avella, A. (1994): Planeamiento ambiental. México. 330 pp.
32. Azcuy, G. y O. Cuestas (1989): El pH, el sulfato de amonio y su relación con la lluvia en Cuba. Meteorología, Academia, La Habana, 1: 69-73.
33. Back, W.; B. B. Hanshaw; T. E. Pyle; L. N. Plummer; A. E. Weidie (1979): Geochemical significance of groundwater discharge and carbonate solution to the formation of Caleta Xel Ha, Quintana Roo, Mexico.
34. Back, W.; L. Neil Plummer (1977): Comparison of mass transfer involving carbonate reactions in three limestone aquifer systems. U. S. Geol. Surv., Virginia:174-181
35. Barends, F. B. J. (1978): Advanced methods in groundwater flow computation. Delft Soil Mech. Lab., Netherlands (4), 150:

36. Barranco G. (1989): Bioclimatología humana. Consideraciones generales sobre esta disciplina y su introducción en Cuba. En. Unidad hombre- naturaleza. Academia, La Habana, pp. 43-50.
37. Barranco G. (1994): El clima. En: La geografía del medio ambiente una alternativa del ordenamiento ecológico. UNEM. Mexico, D.F.
38. Barranco, G. (1991): San Diego de los Baños. Factores geográficos en el turismo de salud. Instituto de Geografía, La Habana, 22 pp.
39. Barranco, G. (1994): La recreación. En: Geografía del medio ambiente. Una alternativa para el ordenamiento geocológico. UAEM, México, pp. 155- 168.
40. Barranco, G. y L.R. Díaz (1989): Regionalización climática y tipos de clima. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Ed. Rea, Madrid, pp. VI.1.1.
41. Barranco, G., J. A. Luis, C.L. González (1995): Municipio Plaza de la Revolución. Elementos para una propuesta de turismo local. Instituto de Geografía Tropical, La Habana, 17 pp.
42. Barranco, G., M. Quintana, J. A. Luis y O. Muñoz (1996): San Diego de los Baños. Principios para la ordenación del turismo de salud y naturaleza. Instituto de Geografía, La Habana, 25 pp.
43. Bear, J.; D. Zaslavsky y E. Irmay (1968): Physical principles of water percolation and seepage. Unesco. Arid Zone Res. XXIX, Paris, 465:
44. Bell, P. R. F. 1992. Small scale and large scale eutrophication of coral reef regions- examples in the Great Barrier Reef (GBR) and Caribbean. Resumen: 344 p. En: R.H. Richmond (Ed.), *Proceeding of the Seventh International Coral Reef Symposium, Guam*, Vol. 1. University of Guam Press, Mangilao.
45. Berriz, L. (1998): Los calentadores solares, la independencia y el futuro de la humanidad. Energía y tú, La Habana, 3: 2-4.
46. Biot, M. A. (1941): General theory of three dimensional consolidation. J. Appl. Phys. (12):155-164
47. Bird, R. Byron; Warren E. Stewart y Edwin N. Lightfoot (1969): Transport phenomena. Edit. Revolucionaria, La Habana, 780:
48. Blanco, P. (1996): Enfoques teórico-aplicados al estudio del relieve en territorios montañosos de Cuba. (Inédito), Tesis doctoral, Instituto de Geografía Tropical. La Habana. 110 pp.
49. Bogulavski, V. ; V. Chertijin; G. Egrin; V. Karpushin y A. Rakitov (1976) : El materialismo dialéctico e histórico. Ensayo de divulgación. Ed. Progreso, Moscú, 549 pp.
50. Bonito Lara, A. (1992): Criterios para la prevención y vigilancia de la contaminación [inédito]. Tesis en opción al grado científico de Candidato a Doctor. CENIC, La Habana, 122 pp.
51. Boo, E. (1990): Ecoturismo: potencialidades y escollos. Fondo Mundial de la Naturaleza y Fundación para la Conservación, Baltimore, 225 pp.
52. Bottger, A., D. M.Ehhalt, y G. Gravenhorst (1978): Atmospherische Kreislaufe von Stickoxiden und ammoniak. Report Jul-1958 Kernforschungsanlage Jülich, West Germany.
53. Braun – Blanquet, J. (1928): *Pflanzensoziologie*. Springer – Verlag, Viena, 631.
54. Braun – Blanquet, J. (1932): *Plant sociology; the study of plant communities*. Mc Graw – Hill, New York. 580 Pp.
55. Bredov, M. et al. (1986): Electrodinámica clásica. Edit. Mir, Moscu, 492:



56. Brown, Frederick C. (1970): Física de los sólidos. Cristales iónicos, vibraciones en las redes e imperfecciones. Edit. reverté, Barcelona, 448:
57. Bruce, J. P. (1992): La Meteorología y la Hidrología para el desarrollo sostenible. OMM-No. 769, Ginebra, 53 pp.
58. Bucek, A. (1983): Problemática de la investigación geográfica del medio ambiente. Studia Geographica No. 86. Brno. 17-26 pp.
59. Bucek, A. (1983): Problemática de la investigación geográfica del medio ambiente. Studia Geographica No. 86. Brno. 17-26 pp.
60. Bucek, A. et al. (1977): Valuation of the negative effects of economic activities on the environment of the model region of Liberec. Rev. Studia Geographica No.57. Brno. 109 p.
61. Bucek, A. et al. (1977): Valuation of the negative effects of economic activities on the environment of the model region of Liberec. Rev. Studia Geographica No.57. Brno. 109 p.
62. Bucek, A. y J. Lacina (1983): Creación de los sistemas territoriales de estabilidad ecológica como parte integrante de la optimización de las actividades económicas en el paisaje. En: Studia Geographica 86. Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Geography, Brno, pp. 161 – 170.
63. Bucek, A. Y Mikulik, O. ; eds. (1977) : Valuation of the negative effects of economic activities on the environment of the model region of Liberec. En Studia Geographica 57. Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Geography, Brno, 88 pp.
64. Bucek, A. y Mikulik, O. ; eds (1977): Valuation of the negative effects of economic activities on the environment of the model region of Liberec. En: Studia Geographica 57. Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Geography, Brno, 99 pp.
65. Budiko, M.I. (1980): El cambio antropógeno del clima. Serie Geográfica, Moscú, 6:23-35.
66. Buesa, R. J. 1974b. Biomasa foliar seca de los seibadales de la plataforma noroccidental de Cuba. *Res. Invest. CIP*, 1: 62-65.
67. Buesa, R. J. 1974a. Biomasa del macrofitobentos de la plataforma noroccidental de Cuba. *Res. Invest. CIP*, 1: 51-54.
68. Buitrago Ortiz, C. (1997): Globalization and environment in the Caribbean: historical background. pp. 121-128
69. Buitrago Ortiz, C. (1997): Globalization and environment in the Caribbean: historical background. pp. 121-128
70. Bundestag German (1989): Protecting the Earth's Atmosphere. An International Challenge. Bon, 592 pp.
71. Cabral, J. M. P.; P. M. Carreira; M. C. Vieira; J. braga dos Santos; M. J. Leitao de Freitas; R. Gonfiantini (1992): Study of groundwater salinization in Algarve, Portugal, using environmental isotope techniques. IAEA, Viena, 5:
72. Caribbean Tourism Organization (1997): Caribbean Tourism Investment Guide. Caribbean Tourism Organization, Barbados, 247 pp.
73. CARICOMP. 1994. Manual de Métodos. Nivel I. Manual de métodos para el mapeo y monitoreo de parámetros físicos y biológicos en la zona costera del Caribe. Centro de Manejo de Datos CARICOMP y Florida Institute of Oceanography. 68 p.
74. Carnahan, C. L. (1976): Non-equilibrium thermodynamics of groundwater flow systems: Symmetry properties of phenomenological coefficients and considerations of hydrodynamic dispersion. *Jour. Hydrol* 31:125-150

75. Carter, L. (1977): Environmental Impact Assessment. Edit. MacGraw Hill Book Cia. New York. 331 p.
76. Carter, L. (1977): Environmental Impact Assessment. Editora MacGraw Hill Book Cia. New York. 331 pp.
77. Case, C.M. y A. Welch (1979): Pore size distribution, suction and hysteresis in unsaturated groundwater flow. in/ W.Back y D.A. Stephenson (guest editors): Contemporary hydrogeology. The George Burke Maxey Memorial Volume. Jour. Hydrol. 43:99-120
78. Castro, F. (1992): Mensaje de Fidel a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro. Suplemento Especial del Periódico Granma. 8 p.
79. CEH (1987a): Boletín sobre la contaminación de fondo del medio ambiente en los países miembros del CAME (Europa Oriental) en 1986 [en ruso]. Laboratorio de monitoreo del medio ambiente y el clima. No. 5, GIDROMETEOIZDAT, Moscú, 196 pp.
80. CEH (1987b): Problemas del monitoreo del fondo de la composición del medio ambiente. Laboratorio de monitoreo del medio ambiente y el clima [en ruso]. No. 5, GIDROMETEOIZDAT, Leningrado, 248 pp.
81. CEH (1988): Problemas del monitoreo del fondo de la composición del medio ambiente. Laboratorio de monitoreo del medio ambiente y el clima [en ruso]. No. 6, GIDROMETEOIZDAT, Leningrado, 288 pp.
82. Celeiro, M. (2000): Oscilaciones de la temperatura del aire y de las precipitaciones desde el pasado histórico en Cuba. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Geográficas. Inst. de Geografía Tropical, La Habana, 100 pp.
83. CEN (1986): Reglas para la vigilancia de la calidad del aire. NC-93-02-104, La Habana, 12 pp.
84. CEN (1987): Requisitos higiénico-sanitarios, concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria. NC-93-02-202, La Habana, 87 pp.
85. Centro Nacional de Biodiversidad, Agencia de Medio Ambiente y Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1995): Estudio nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba. Programa de las naciones Unidas para el medio ambiente: 459 pp.
86. CEPAL (1976) : Indicadores del desarrollo económico y social en América Latina. Cuadernos Estadísticos de la CEPAL, Santiago de Chile.
87. CEPAL (1983) : Anuario Estadístico de América Latina 1981. Publicación de las Naciones Unidas.
88. CEPAL (1989) : El medio ambiente como factor de desarrollo. Naciones Unidas : 123 pp.
89. CEPAL (1994) : Organización de la información y de los datos estadísticos en el campo del medio ambiente. Propuestas Metodológicas. Naciones Unidas, LC/L, 852, 59 pp.
90. Cintrón, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Mangrove forests: Ecology and response to natural and man induced stressors. En: *Coral reefs, seagrass beds and mangroves: Their interaction in the coastal zones of the Caribbean* (J.C. Ogden y E. H. Gladfelter eds.), *UNESCO Rep. Mar. Sci.*, 23: 87-113.
91. Cintrón, G., J. R. García y F. Gerales. 1994. *Manual de métodos para la caracterización y monitoreo de arrecifes de coral*. World Wildlife foundation, Professional Printing, Inc. Beltsville, MD. 67 p.

- 92.CITMA; Cuba (1995): Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo. Ed. CIDEA, La Habana, 85 pp.
- 93.Clark, W. C. (1989): Understanding global environmental change. Clark University, New York, pp. 5-22.
- 94.Clarke, G. L. (1963): *Elementos de Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona. 615 pp.
- 95.Clayton, R. N.; I. Friedman; D. L. Graf; T. K. Mayeda; W. F. Meents; N. F. Shimp (1966): The origin of saline formation waters. 1. Isotopic composition. *J. Geophys. Res.* 71(6):3869-3882
- 96.Clements, F.E., (1936): Natures and the structure of the climax. *Journal of Ecology* 24:252–284.
- 97.CNAP. 1995. Documentos de archivo.
- 98.Colectivo de autores (1989): Estudio de las interrelaciones entre factores geográficos del medio ambiente y su propuesta de optimización en un modelo regional. Instituto de Geografía, La Habana, 180 pp + anexos, tablas y mapas.
- 99.COMARNA (1992): Informe de la República de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Consejo de Estado. 35 p.
- 100.Comisión de la Organización Mundial de Turismo para Las Américas (1997): Tendencias del mercado turístico. Américas 1986- 96. Organización Mundial de Turismo, Madrid, 166 pp.
- 101.Comisión Nacional Cubana de la Unesco (1961): Cristóbal Colón. Diario de Navegación. Tipografía Ponciano, La Habana, 221 pp.
- 102.Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*. 199: 1302-1310.
- 103.Connell, J. H. 1973. Population ecology of reef building corals. 205-245 pp. En: *Biology and Geology of coral reefs* (O. A. Jones y R. Endean eds.). Vol.2. Academic Press, New York.
- 104.Conseil International de la langue francaise (1976): Vocabulaire de l'environnement. Hachette. Paris, 144 p.
- 105.Corporación Andina de fomento (1985): Turismo y medio ambiente en los países andinos. PNUMA, Caracas, 171 pp.
- 106.Costanza, R., Mageau, M., Norton, B. and Patten, C. (1998): Predictors of Ecosystem Health. Cap. 16 pag. 240 – 249. In :*Ecosystem Health*. Edits. Rapport, D., Costanza, R., Epstein, P.R., Gaudet, C. And Levins, R. 372 pp.
- 107.Council for mutual economic assistance (1981): Recommended methodology and methods of economic and no-economic assesment of the impact of human activity on the environment. Moscow, 25 p.
- 108.Cuba , Proyecto Cuba/94/003 (1998): Desarrollo de las técnicas de predicción de las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva. Ed. Instituto de Planificación Física e Instituto de Meteorología, La Habana, 218 pp.
- 109.Cuesta O. et al., (1997): Estudio preliminar de la calidad del aire en la zona Paraiso-Punta Arenas a Kawama. La Habana. Informe científico - técnico, p.95.
- 110.Cuesta, O. (1993) [en prensa]: Incidencias de factores meteorológicos y geográficos en el NO<sub>2</sub> troposférico en una localidad rural. *Rev. Cubana de Meteorología*.
- 111.Cuesta, O. y A. Cabrera [en prensa]: El NO<sub>2</sub> troposféricos en diferentes sistemas meteorológicos en dos localidades de la ciudad de La Habana. *Atmósfera*, UNAM, México.

- 112.Custodio, E. y M. R. Llamas (1983): Hidrología subterránea. Edic. Omega, Barcelona, Tomo I, 1157:
- 113.Chávez, E. ; ed. (1997) : Glosario de Términos demográficos. Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, 118 pp.
- 114.Dajoz, R. (1974): *Dynamique des populations*. Masson, Paris, 528 pp.
- 115.Dansereau, P. (1961): Essai de representation cartographique del éléments structuraux de la végétation. Coll. Intern. CNRS, Méthodes de la Cartographie de la végétation. Toulouse, 233 – 255.
- 116.Dansgaard, W. (1964): Stable Isotopes in Precipitation. *Tellus* (16):436-468
- 117.Daubenmire, R. F. (1968): Plant communities: A textbook of plants synecology, Harper and Row, New York. 540 pp.
- 118.Davitaya, F.F. e I.I. Trusov ( 1965): Los recursos climáticos. Inst. Libro, La Habana, 67 pp.
- 119.de Wiest, R. J. M. (1969): Flow through porous media. Academic Press, 530:
- 120.Del Risco, E. (1995): Los bosques de Cuba. Su historia y características. Ed. Científico Técnica, La Habana, 96 pp.
- 121.Delgado y B. E. Lapointe. 1994. Nutrient-limited productivity of calcareous versus fleshy macroalgae in an eutrophic, carbonate-rich tropical marine environment. *Coral Reefs*, 13:151-159.
- 122.Demangeon, A. (1956) : Problemas de Geografía Humana. Ed. Omega, España.
- 123.Demangeon, A. 1956) : Problemas de Geografía Humana. Ed. Omega, España.
- 124.Departamento de Medio Ambiente (1994): Proyección científica del Departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía. Rev. Mapping. 18-20 pp.
- 125.Derruau, M. (1966): "Geomorfología" Ediciones Ariel, S.A. Barcelona, 442 pp.
- 126.Díaz Arenas, A. A. y J. Febrillet (1986): Hydrology and water balance of small islands. A review of existing knowledge. Tech. Doc. Hydrol. Unesco, París, 25:
- 127.Díaz Cisneros, L.R. (1989):
- 128.Díaz, J.L. et al (1986): "Los principios básicos de la clasificación morfoestructural del relieve cubano y su aplicación en la región centro-oriental de Cuba" Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 60 pp.
- 129.Díaz, J.L. et al. 2000, inédito
- 130.Domínguez, L. , J. Febles y A. Rives (1994): Las comunidades aborígenes de Cuba. En : La Colonia, evolución socioeconómica y formación nacional. ( M. Rey, ed.) Editora Política, La Habana, pp. 5-56
- 131.Douglas, R. W. (1971): Forest recreation. Pergamon Press. Oxford, New York, 173 pp.
- 132.Drdos, J. (1984): "Landscape synthesis and its role in applied Geography. Rev. Sborník Prací. 4: pp. 117-127.
- 133.Gallopin, G. (1986): "Ecología y Ambiente". En: E. Leff (comp.). Los problemas del conocimiento y la perspectiva Ambiental del desarrollo. Siglo XXI. México. Pp.126-172
- 134.Gómez Piñeiro, J. (1992): Geografía y Ecología. En: Revista Lurralde Investigación y espacio No 15. Instituto Geográfico Vasco "Andrés de Uvidaneta.
- 135.Drdos, J. (1984): Lansdcape synthesis and its role in applied geography. Rev. Sborník Sprací No.4 Brno. 117-125 pp.

136. Durako, en prensa. Indicators of seagrass ecological condition: an assessment based on spatial and temporal changes. En: K. R. Dyer y R. J. Orth (eds), *Changes in Fluxes in Estuaries*. Olsen & Olsen, Denmark. pp: 261-266.
137. Durand- Dastes, F. (1972): *Climatología*. Ed. Ariel, Barcelona, 217-333.
138. Dustan, P. 1977. Vitality of reef coral populations of key Largo, Florida: Recruitment and mortality. *Environ. Geol.* 2: 51-58.
139. EAJ. 1972. *Quality of the environment in Japan*. Japanese Government Publication Service. Environmental Agency, Tokio. 245 p.
140. ECE (1991a): Action on transboundary air pollution. UN, Geneva, 12 pp.
141. ECE (1991b): Assessment of long-range transboundary air pollution. Air Pollution Studies 7 UN, New York, 94 pp.
142. ECO (1990): Guías de calidad del aire para Europa (traducción parcial de la Serie Europea de la OMS No. 23). Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Metepec, Edo de México, 41 pp.
143. Eliassen, A. (1991): Modelación del transporte atmosférico a gran distancia. Boletín de la OMM, Vol. 4 No. 2 (abril), 89-94.
144. Ellemberg, H. y Mueller Dombois, D. (1974): *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York. 547 pp.
145. Enciclopedia Soviética edit. (1980): *Diccionario enciclopédico de Geografía Física en cuatro idiomas (ruso-inglés-alemán-francés)*
146. Engels, F., en: "Dialéctica de la Naturaleza"
147. English, S., C. Wilkinson y V. Baker. 1997. *Survey manual for tropical marine resources*. 2ª Edición. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 390 p.
148. Enriquez-Agos, F. y J. M. Berenguer-Pérez. 1987. Evaluación metodológica del impacto ambiental de un puerto deportivo. *Centro de estudios y de experimentación de Obras Públicas. Monografías MOPU/CEDEX*, Madrid, 42p.
149. EPA (1984): Evaluación y manejo de riesgos: Sistema para la toma de decisiones (traducido al español por el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud), Metepec, Edo de México, 1992, 37 pp.
150. EPA (1989): National air pollutant emission estimates 1940-1987. US Environmental Protection Board Report EPA/450/488/022, Research Triangle Park, North Carolina, USA.
151. Estrada, R. 1990. Metodología para la confección de Planes de Manejo en Areas Protegidas.
152. FAO ( ? ): "Conservación de Suelos en las Zonas Tropicales Húmedas". Roma.
153. FAO-PNUMA (1984): "Directrices para el control de la degradación de los suelos" Roma 38 pp.
154. Febrillet, J. F.; E. Bueno; K. P. Seiler; W. Stichler (1989): Estudios isotópicos e hidrogeológicos en la región suroeste de la República Dominicana. Doc.Téc. Estudios de Hidrol. Isotópica en Amér. Lat., OIEA, Viena, :273-289
155. Fernández Figueroa, E. (1993): La historia como condicionante del territorio. El caso de Cuba. Asociación Rubén Darío, Madrid, 338 pp.
156. Fernández, M.C. (1993): Criterios teórico-metodológicos acerca de la evaluación de la cubierta vegetal en el medio ambiente en Cuba. Memorias del Encuentro de Geógrafos de América Latina, Venezuela 9 pp.

- 157.Ferris, J. G. (1970): Teoría de los acuíferos. Inst. Cub. Libro, La Habana, 127:
- 158.FNUAP (1992) : Estado de la población mundial 1992. Fondo de Población de las Naciones Unidas, New York, Estados Unidos (ed. en español), Barcelona, España.
- 159.Fourneau, F. y M. Marchena (1992): Ordenación y desarrollo del turismo en España y Francia. Ed. Casa Velázquez, Madrid, 416 pp.
- 160.Frolov, I. (1981): La concepción Marxista Leninista acerca del problema ecológico. En: La sociedad y el medio ambiente. La concepción de los científicos soviéticos. Ed. Progreso, pp. 12-31.
- 161.Gagua, G.S., E. Zarembo y A. Izquierdo (1976): Sobre el nuevo mapa isoyético (3a versión). Voluntad Hidráulica, La Habana, 37: 35- 41.
- 162.Galvally, I.E. (1989): Factors controlling NO<sub>x</sub> emissions from soils exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere. Dahlem Publications, John Wiley and Sons, 23-27.
- 163.Galvally, I.E. y C. R. Roy (1978): Loss of fixed nitrogen from soils by nitric oxide exhalation. Nature, 275, 734-735.
- 164.Gallopín, G. (1986): "Ecología y Ambiente". En: E. Leff (comp.). Los problemas del conocimiento y la perspectiva Ambiental del desarrollo. Siglo XXI. México. Pp.126-172
- 165.García Lorca, A. La Evaluación del Impacto Ambiental para una correcta gestión de los recursos turísticos rurales. I<sup>er</sup> Encuentro Iberoamericano sobre Municipio y Turismo Rural, Segovia, 1993.
- 166.García, A. (1979) : Metodología de la investigación histórica II. Las fuentes orales. Universidad de la Habana, Fac. de Filosofía e Historia, La Habana, 54 pp.
- 167.García, A. (1981): Utilización recreativa del espacio natural. En: Tratado del medio natural. Universidad Politécnica De Madrid, Madrid, Tomo IV, PP. 381-414.
- 168.Gehartz, J.L. y L. Favier (1996): Distribución Territorial y crecimiento de la población en Cuba. Instituto de Planificación Física . Fondo de las Naciones Unidas Proyecto CUB/93/PO2. La Habana, 52 pp
- 169.George, P. (1972) : El medio ambiente. Colección que sais-je? En lengua castellana No. 75. Ed. Oikos-Tau S.A., Barcelona, España, 123 pp.
- 170.Gómez Consuegra, L. Dos conjuntos cubanos Patrimonio de la Humanidad: La Habana Vieja y Trinidad, 1993.
- 171.González Otero, L. y M. Arcia (1983): Criterios básicos para establecer la estrategia de evaluación de las condiciones naturales como base de la calidad ambiental de Cuba. Studia Geographica 86, Cgu CSAV, Brno. pp. 44-56.
- 172.González Otero, L. y M. Arcia (1983): Criterios básicos para establecer la estrategia de evaluación de las condiciones naturales como base de la calidad ambiental de Cuba. Studia Geographica 86, Cgu CSAV, Brno. pp. 44-56 .
- 173.González Otero, L. (1994): El enfoque geosistémico en la investigación geográfica del medio ambiente cubano. En: Geografía del Medio Ambiente. Universidad Autónoma del Estado de México. 33-50 pp.
- 174.González Otero, L. y M. Arcia Rodríguez (1983): Criterios básicos para establecer la estrategia de evaluación de las condiciones naturales como base de la calidad ambiental de Cuba. En Revista: Studia Geographica, No.86, Academia de Ciencias de Checoslovaquia, Brno, pp.44-56.

175. González Otero, L. y O. Mikulik (1986): Algunas cuestiones metodicas sobre la evaluación de la industria en el medio-ambiente de la zona minera del noreste de Cuba oriental. En Revista: Ciencias de la Tierra y del Espacio, No. 11, Academia de Ciencias, La Habana. pp.117-126.
176. González, L. de G. (1993): Algunas reflexiones alrededor de los conceptos: ecosistema, cultura y desarrollo sostenible. *Ambiente y Desarrollo* 1(1):17 – 44.
177. González, L. et al. (1990) : Estudios de las interrelaciones entre los factores geográficos en el modelo regional Los Palacios, Pinar del Río, (Inédito). Instituto de Geografía. La Habana.
178. González, L. et al. (1994): Geografía del medio ambiente: Una alternativa del ordenamiento ecológico. UAEM. Colección: Ciencias y técnicas. México. 289 pp.
179. González, L. et al. (1994): Geografía del medio ambiente: Una alternativa del ordenamiento ecológico. UAEM. Colección: Ciencias y técnicas. México. 289 pp.
180. González, L. Geografía del Medio Ambiente. Una estrategia de ordenamiento ecológico. México, 1994.
181. González, L. y M. Arcia, (1993): Criterios básicos para establecer la estrategia de evaluación de las condiciones naturales como base de la calidad ambiental de Cuba. En: *Studia Geographica* 86. Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Geography, Brno, pp. 44 –55
182. González, L., A. Bucek y E. Quitt (1989): Mapa de Medio Ambiente de Cuba, a escala 1:1 000 000 En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, XXIII 1. 2-3
183. González, M. (1999): Concentración y composición química del material particulado en zonas industriales de Cuba. Contat´99. INSMET. La Habana.
184. Gordon, W. T., H. H. Stuart, W. J. Kenworthy, J. F. Ustach y A. B. Hall. 1978. Habitat values of salt marshes, mangroves, and seagrasses for aquatic organisms. *Proc. Natl. Symp. on Wetlands*.
185. Gore, A. (1993): La tierra en juego. Emecé, Buenos Aires, 350 pp.
186. Goreau, T. 1992. SOS decoloración de corales. *La Sirena*. PNUMA, 46: 6-10.
187. Goroshko, B. B. y A. A. Zaitsev (1974): Some Characteristics of Contaminant Concentration Distribution Over a Territory. En *Air Pollution and Atmospheric Diffusion*. Vol 2. IPST.
188. GOSSTROI (1975): Instrucciones para el cálculo de la dispersión en la atmósfera de sustancias nocivas contenidas en expulsiones industriales [en ruso]. CH 369-74. STROIZDAT, Moscú, 40 pp.
189. Grebenshikov, D. (1981): Acerca de la revista polaca Fitocenosis (Phytocenosis) y de algunas cuestiones de sinantropización del mundo vegetal. Noticias de la Academia de Ciencias de la URSS. Serie Geográfica No.3
190. Gross, J. 1998. Coral reef ecosystems suffer as result of global change. *Intercoast Network*, 31: 20.
191. Guanche, J. (1996): Componentes étnicos de la nación cubana. Ed. Unión, la Habana, 149 pp.
192. Guerasimov, I. (1983): Aspects methodologiques de la ecologisation de la Science. Rev. Problèmes du monde contemporain. Sciences Sociales Aujourd'hui. Moscú. 83-100 pp.

193. Guerasimov, I. (1983): Aspects méthodologiques de la ecologisation de la Science. Rev. Problèmes du monde contemporain. Sciences Sociales Aurjourd'hui. Moscú. 83-100 pp.
194. Guerasimov, I.; et al. (1983) : La sociedad y el medio natural. Ed. Progreso, Moscú, 203 pp.
195. Guerasimov, I.P (1976): Aspectos geográficos del aprovechamiento de los recursos naturales y de la conservación de medio ambiente. En: El hombre, la sociedad y el medio ambiente. Edit. Progreso. Moscú. 3-16 pp.
196. Guerasimov, I.P (1976): Aspectos geográficos del aprovechamiento de los recursos naturales y de la conservación de medio ambiente. En: El hombre, la sociedad y el medio ambiente. Edit. Progreso. Moscú. 3-16 pp.
197. Guerasimov, I.P., A.A. Mints y V.S. Preobrazhenski (1976): El medio natural como patrimonio de la sociedad y como objeto de la investigaciones científicas actuales. En: El hombre, la sociedad y el medio ambiente. Edit. Progreso. Moscú, 414-432 pp.
198. Guerasimov, I.P., A.A. Mints y V.S. Preobrazhenski (1976): El medio natural como patrimonio de la sociedad y como objeto de la investigaciones científicas actuales. En: El hombre, la sociedad y el medio ambiente. Edit. Progreso. Moscú, 414-432 pp.
199. Guerra, R.; J.M. Pérez Cabrera; J.J. Remos y E. Santovenia (1952): Historia de la Nación Cubana. Ed. Hist. de la Nación Cubana, S:A:, La Habana. T. IV, VII, y IX
200. Gutiérrez Díaz, J. ; L.F. Molerio & C.M. Bustamante Allen (1997): Modelo Matemático para el Cálculo de Nitrato en Acuíferos Cársicos sometidos a Prácticas Agrícolas Intensivas. III Congr. Internac. AIDIS, Puerto Rico. *Publicado en CD*.
201. Halouska, J. et al. (1975): Influencia del hombre y el medio ambiente en la región de Ostrava. Boletín Informativo No.6. Academia de Ciencias de Checoslovaquia. 247 p.
202. Hem, J. (1970): Studying and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Geol. Surv. Water Supply Paper 1473, 363:
203. Hernández, J.R. et al (1991): "Morfotectónica de Cuba Oriental" Editorial Academia La Habana, 43 pp.
204. Hernández-Delgado, E. 1992. Coral reef status on northeastern and eastern Puerto Rican waters: Recommendations for long-term monitoring, restoration and a coral reef management plan. Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Puerto Rico (Informe).
205. Hernández-Delgado, E. 1995. Vitality (sensu = Dustan) of Scleractinian corals: A tool to assess changing ecological conditions of coral reefs at different spatial scales. Final Report Biometry Graduate Course, University of Puerto Rico, Río Piedras. 21 p.
206. Herrera-Moreno, A. y N. Martínez-Estalella. 1987. Efectos de la contaminación sobre las comunidades de corales escleractineos al Oeste de la Bahía de la Habana. *Rep. Invest. Inst. Oceanol.*, Acad. Cien. Cuba, 62: 1-29.
207. Herrera-Moreno, A. y P. M. Alcolado. 1985. Monitoreo de la contaminación mediante el análisis de la estructura comunitaria de los gorgonáceos. *Contribuciones del Simposio de Ciencias del Mar y VII Jornada Científica del Instituto de Oceanología. XX Aniversario*. Ciudad de la Habana, pp. 253-257.
208. Holling, C. S. (1987): Simplifying the complex: The paradigms of ecological function and structure. *Eur. J. Oper. Res.* 30: 139 – 146.



- 209.Hulm, P., J. Pernetta, R. W. Buddemeier y C. Wilkinson. 1993. *Reefs at risk. A programme of action*. Sadag, Bellegarde-Valserine. 24 p.
- 210.Humacao. *Memorias del XII Simposio de la Fauna y Flora del Caribe*, 30 de Abril de 1993, Departamenteo de Biología, Recinto Universitario de Humacao, Puerto Rico: borrador sin paginación.
- 211.Human Development Report Office (1994): *Country Human Development Indicators*. New York, 625 pp.
- 212.Hylsky, H. (1973): "Erosión en cárcavas." Inst. De Geología, A.C.C. En: Serie Oriente. Publicación especial No.1, La Habana, 378 pp.
- 213.ICSU-SCOPE (1975): *Environmental Impact Assessment. Principles and Procedures*. SCOPE Report 5, Toronto, 160 pp.
- 214.IGBP (1990): *The International Geosphere-Biosphere Programme. A Study of Global Change. The Initial Core Projects Report No. 12* Stockholm.
- 215.IGBP (1992): *Global Change. Reducing uncertainties*. Stockholm, 40 pp.
- 216.Ignatiev, G.M. y J. Mateo (1988): *Instrucciones metodológicas para la evaluación de los potenciales naturales del territorio de Cuba*. Edit. Univ. de la Habana. 83 pp.
- 217.Ignatiev, G. y J. Mateo (1976): "Factores de la diferenciación de las montañas bajas y medias de Cuba, en el ejemplo de las sierras de Trinidad y del Rosario." Univ. de la Habana, La Habana, 17 pp
- 218.Industrialización, Medio Ambiente y Dependencia, Búsqueda de Internet, dirección electrónica: <http://www.eurosur.org/medioambiente/bif36.htm>
- 219.INIT (1976): *Desarrollo del camping turístico en Cuba*. Ed. Campitur, La Habana, 53 PP.
- 220.Inst. de Geografía (1989): "Nuevo Atlas Nacional de Cuba." Eds. Instituto Geográfico de Madrid, España.
- 221.Instituto de Geografía e Instituto de Geodesia y Cartografía (1989): Sección de Medio Ambiente. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Edit. Instituto Geográfico Nacional de España. Madrid.
- 222.Instituto de Geografía e Instituto de Geodesia y Cartografía (1989): Sección de Medio Ambiente. En:Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Edit. Instituto Geográfico Nacional de España. Madrid.
- 223.Instituto de Investigaciones Ecológicas (1994): *Curso Master en Evaluación de Impacto Ambiental*. 13 módulos. España.
- 224.Instituto de Investigaciones Ecológicas (1995): *Curso Master en Ecoauditoría Ambiental*. 6 módulos. España.
- 225.Instituto de Investigaciones Ecológicas (1998): *Curso Master en Consultoría y Verificación Ambiental*. 9 módulos. España.
- 226.Instituto de Meteorología (1990): *Metodología para la operación de las estaciones de monitoreo de la contaminación general del aire*. La Habana, 70 pp.
- 227.Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba (1989): *Atlas Climático de Cuba*. Instituto de Geodesia y Cartografía. La Habana, pp. 60-88.
- 228.Instituto de Normalización (1987): *Atmósfera*. NC 93-02-202.
- 229.International Chemical Safety Card IPCS (2000): [www.mtas.es/insht/ipcsnspn/nspnsyno.htm](http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/nspnsyno.htm)

230. Izrael, Yu. A. y F. Ya. Rovinsky (1991): Integrated Background Monitoring of Environmental Pollution in Mid Latitude Eurasia. GAW No. 72 WMO/TD No. 434.
231. Izrael, Yu. A., I. M. Nazarov, A. Ya. Pressman, F. Ya. Rovinsky, A. G. Riabochapko, L. M. Filipova (1983): Kislotnie Dochgi [en ruso]. GIDROMETEOIZDAT, Leningrado, 206 pp.
232. Jansa Guardiola, J.M. (1974): Curso de climatología. Inst. Cubano del Libro, La Habana, 445 pp.
233. Juárez E. y A. Rico (1972): "Mecánica de Suelos" Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 443 pp.
234. K. Miller 1984. Planificación de Parques Nacionales para el Ecodesarrollo en Latinoamérica.
235. Kaplan, W. A., S. C. Wofsy y J. M. Costa (1987): Emission of NO and deposition of in a tropical forest system. J. Geophys. Res. (citado por Rodhe y Herrera, 1988).
236. Kennedy, G.F. y J. Lielmsz (1973): Heat and mass transfer of freezing water-soil systems. Water Resour. Res. 9(2):395-400
237. Kennedy, P. (1983): Hacia el Siglo XXI. Plaza y Janes Editores. S.A. 480 p.
238. Kirchner, K y J.L. Díaz (1986): "Algunos aspectos básicos de la protección del relieve en Cuba" Vydava Geograficky Ustav CSAV. Mendlovo namesti 1, brno, Checoslovaquia, 9 pp.
239. Kok, G. J. G. 1992. Environmental impact assessments: the role of EIA in Development Projects. *Land & Water International* (Environment), 73: 6-9.
240. Kok, G. J. G.. 1997. Macroalgal overgrowth of fringing coral reefs at Discovery Bay, Jamaica: bottom-up versus top-down control. *Proceeding of the 8th International of Coral Reef Symposium, Panamá, 1996*. 1: 927-932.
241. Kovacs, G. (1981): Seepage hydraulics. Ak.Kiado, Budapest, 730:
242. Krajina, V. J. (1960): *Can we find a common platform for the different schools of forest type classification?*. Silva Fennica, Helsinki, 105 pp.
243. Le Riverend Brusone, J. (1944): Historia Económica de Cuba. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 662 pp.
244. Le Riverend Brusone, J. (1960): La Habana. Biografía de una Provincia. Imprenta Siglo XX, La Habana, 537 pp.
245. Leopold, A. (1996): Equilibrio ecológico: almanaque de un condado arenoso y con ensayos sobre conservación tomados de Round River. Ediciones Gernika, México, 276 pp.
246. Lerman, A. (1970): Chemical equilibria and evolution of chloride brines. Mineralog. Soc. Amer. Spec. Paper 3:291-306
247. Lesser Illades, J. M. (1976): Estudio hidrogeológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. Secr. Rec. Hidr., México, 62:
248. Levine, B. (1981): Abundance and scarcity in the Caribbean. En: *Ambio*, Vol. X, No 6, pp. 274-282.
249. Levins, R. (1998): Qualitative Mathematics for Understanding, Prediction, and Intervention in Complex Ecosystems. Cap. 11 pags. 179 – 204 In: *Ecosystem Health*. Edits. Rapport, D., Costanza, R., Epstein, P.R., Gaudet, C. And Levins, R. 372 pp.
250. Littler, M. M., D. S. Littler y B. E. Lapointe. 1992. Modification of tropical reef community structure due to cultural eutrophication: the southwest coast of Martinique. 335-343 pp. En:

- R.H. Richmond (Ed.), *Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium, Guam*, Vol. 1. University of Guam Press, Mangilao.
251. López Cabrera, C. M. (1990): Criterios para la evaluación del nivel y grado de la contaminación del aire. Seminario Taller CONTAT-90, Academia de Ciencias de Cuba (en prensa, Rev. Cubana de Meteorología).
252. López Cabrera, C. M. (1991): Algunos resultados sobre la evaluación del nivel regional de la contaminación del aire en Cuba. Taller Nacional "Cambios Climáticos y sus Consecuencias". Academia de Ciencias de Cuba (en prensa, Rev. Cubana de Meteorología).
253. López Cabrera, C. M., González, M., Sánchez, P. (1992): Evolución de los niveles global y regional de la contaminación del aire por azufre en Cuba. Repercusiones potenciales principales. Primer Encuentro Nacional "Integración entre Economía y Ecología" JUCE-PLAN, Cuba.
254. Luis Machín, J.A. (1993): "Síntesis Natural para el Desarrollo Sostenible." En: Revista Paz y Soberanía
255. Luis Machín, J.A. (1993): "Síntesis Natural para el Desarrollo Sostenible." En: Revista Paz y Soberanía
256. Luis Machín, J.A., Martínez Hernández, M.C., Quintana Orovio, M. y C. González Garciandía (1995): Ecología y Geografía: convergencia para un desarrollo sostenible. IGT. (inédito). 11 pp.
257. Luis Machín, J.A., Martínez Hernández, M.C., Quintana Orovio, M. y C. González Garciandía (1995): Ecología y Geografía: convergencia para un desarrollo sostenible. IGT. (inédito). 11 pp.
258. MacIntyre, Y. G., R. B. Burke y R. Stuckenrath. 1977. Thickest recorded Holocen reef section, Isla Perez cave hole, Alacran Reef, México. *Geol.* 5: 749-754 (citado por Rolf y Bak, 1983)
259. Mackenzie, F. T.; R. M. Garrels (1966): Chemical mass balance between rivers and oceans. *Amer. Jour. Sci.* (264):507-525
260. Mageau, M. T., Costanza, R., and Ulanowicz, R. E. (1995): The development and initial testing of a quantitative assesment of ecosystems health. *Ecosystem Health* 1:201 – 213.
261. Magurran, A. E. (1988): *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. 179 pp.
262. Mangin, A. (1982): Mise en evidence de l'originalite et de la diversite des aquiferes karstiques. *Ann.Sci.Univ.Besancon, Trois. Coll. Hydrogeol. Pays Calcaire* :159-172
263. Marcoux, A. (1987) : Population, society and agricultural planning. FAO, Economic and social development paper 57, Rome, Italy, 163 pp.
264. Margalef, R. (1974): *Ecología*. Omega, Barcelona. 630 pp.
265. Margalef, R. (1974): *Ecología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 951 pp.
266. Marquetti Nodarse, H. (1999): La problemática del medio ambiente en el desarrollo reciente de la economía cubana. La Habana, Material mecanografiado, 20 p.
267. Marrero Artilles, L. (1953): Geografía de Cuba. 3ra. ed. Ed. Selecta, La Habana, 707 pp.
268. Marszalek, D. S. 1981. Impact of dredging on a subtropical reef community, south east of Florida, U.S.A. *Fourth International Coral Reef Symposium, Manila*, 1: 147-153.

269. Martínez Hernández, M.C. (1996): Interrelación Hombre - Naturaleza. La Geografía como ciencia básica para los estudios ambientales. Trabajo para el mínimo de doctorado de filosofía. (inédito). 33 pp.
270. Martínez Hernández, M.C. y J. Lacina (1993): Esqueleto Territorial de Estabilidad Ecológica del Paisaje del modelo Regional Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. En: Cambios espaciales y ordenación del territorio. Tomo 4. IV Encuentro de Geógrafos de América Latina. pp.209-222. Venezuela.
271. Martínez Hernández, M.C., Arcia Rodríguez, M., Priego Santander, A. y O. Novúa (1997): Aplicación de un SIG para la gestión ambiental. Agencia de Medio Ambiente.
272. Martínez Hernández, M.C., A. Martínez Zorrilla (1997): Paisajes de la Península de Yucatán. Revista Si A Kan, Yucatán. 18 pp.
273. Martínez Suarez, J.M. (1996): El desarrollo de la montaña en Cuba: Problemas geográficos de su transformación económica y social. Tesis de doctorado (inédito). La Habana. 110 pp.
274. Martínez, J.M. (1995): "El desarrollo de la montaña en Cuba: problemas geográficos de su transformación económica y social" (tesis doctoral, inédito). 110 pp.
275. Martínez-Daranas, B., C. Jiménez y P. M. Alcolado. 1996. Prospección del macrofitobentos de los fondos blandos del Archipiélago Sabana-Camagüey. *Avicennia*, 4/5:77-88.
276. Marx, C. (1962) : El Capital. Crítica de la Economía Política. Ed. Nacional de Cultura, La Habana, T 1, 587 pp.
277. Mateo Rodríguez, J. (1984): "Apuntes de Geografía de los paisajes" . Facultad de Geografía. Universidad de la Habana. 470 pp.
278. Mateo Rodríguez, J. (1992): Geoecología de los Paisajes. Universidad de los Andes, Mérida. Venezuela. 235 pp.
279. Mateo, J y M. C. Martínez, 1999: Transformaciones geoecológicas de Cuba. 15 pp.
280. Maya, A. A. (1993): Ecosistema y cultura. Una explicación de la problemática ambiental. *Memorias Seminario -Taller Desarrollo Ambiental de Cartagena*, pp. 34 – 44.. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo (IDEADE), Santafé de Bogotá, 429 pp.
281. McAllister, D. 1995. Status of the World Ocean and its Biodiversity. *Sea Wind*, 9(4): 14.
282. McRoy, P. y D. S. Lloyd. 1981. Comparative function and stability of macrophyte-based ecosystems. Cap.16. En: *Analysis of Marine Ecosystems* (A. R. Longhurst ed.). Academic Press Inc., London (citado por McRoy, 19983).
283. Melville, A. (1981): Threats of the terrestrial resources of the Caribbean. En: *Ambio*, Vol. X, No 6, pp. 307-311
284. Meszaros, E. (1978): *Mesure de la Pollution de Fond de l'Atmosphere du Service Météorologique de la Hongrie*. Budapest, 90 pp.
285. Meszaros, E., D. M. Whelpdale (1985): *Manual of BAPMoN stations operators*. Environmental Pollution Monitoring and Research Programme. No. 32 WMO/TD No. 66. Geneva 63 pp.
286. MEXICO; SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA [s.f.]: Lineamientos y criterios para la selección y desarrollo de índices e indicadores ambientales. Serie Ordenamiento ambiental No.2, SEDUE, México, 21 pp.

287. Ministerio de Medio Ambiente (1998): Guía para la elaboración de estudios del medio físico. *Serie Monografías*. Solana e hijos. Madrid. 809 pp.
288. Ministerio de Minería de Chile, AGCI, Unión Geóloga Minera de Cuba (1996) : Seminario "Explotación Minera y Medio Ambiente" La Habana. 200 pp.
289. Mints, A.A. T.Y. Petrialova (1972): El uso de un territorio como problema geográfico. Noticias de la Academia de Ciencias de la URSS. Serie Geográfica No. 4 (Traducido al español., Instituto de Geografía Tropical.
290. Molerio León, L.F.; A. Menéndez Gómez; E. Flores Valdés; M.G. Guerra Oliva & C. Bustamante Allen (1997): Potencial y Recursos de Aguas Subterráneas en las Zonas de Montaña de Cuba. in/D.M. Arellano, M.A. Gómez-Martín & I. Antigüedad (Eds.): Investigaciones Hidrogeológicas en Cuba. Eibar, País Vasco: 211-224
291. Molerio León, Leslie F. (1985): Dominios de flujo y jerarquización del espacio en acuíferos cársicos. Resumen. Simp. XLV Aniv. Soc. Espeleol. cuba, La Habana, :52-53
292. Molerio León, Leslie F. (1990): Investigaciones hidrogeológicas en cuencas representativas del Occidente de Cuba. Informe al Consejo de Expertos. Arch. CIRH-INRH, 200:
293. Molerio León, Leslie F. (1992a): Mareas oceánicas y terrestres en acuíferos cársicos. Resumen. II Congr. Fed. Espeleol. Amér. Latina y el Caribe, , Cuba, :17
294. Molerio León, Leslie F. (1992b): Modelo de Transporte de Masa en la Zona No Saturada de los Acuíferos Cársicos. 1/Algoritmo ADRIANA (versión 2.91). 1er Taller Iberoamericano de Informática y Geociencias, Acad. Cienc. Cuba, La Habana, : 34
295. Molerio León, Leslie F. (1992c): Procesos de Transporte de Masa en la Zona No Saturada de los Acuíferos Cársicos Tropicales. GTICEK. Taller Internac. sobre Cuencas Experimentales en el Karst, Matanzas, Publ. Universitat Jaume I de Castelló, :1-15.
296. Molerio León, Leslie F. (1994): Isotopic and Geochemical Regionalization of a Tropical Karst Aquifer. Internatl. Symp. isotopes in Water Resources Management; OIEA, Vienna, Austria, Paper IAEA-SM-336/88P, 6:
297. Molerio León, Leslie F.; P. Maloszewski; M.G. Guerra Oliva; O. A. Regalado; D. M. Arellano Acosta; C. March Delgado & K. del Rosario (1993): Dinámica del Flujo Regional en el Sistema Cársico Jaruco-Aguacate, Cuba. in/ Estudios de Hidrología Isotópica en América Latina 1994, IAEA TECDOC-835, Viena, :139-174
298. Molerio León, Leslie F.; Yoemí Portuondo López & Yamilé Bustamante Allen (1996): Migración de Hidrocarburos en Acuíferos Cársicos. Factores de Control de Transporte y pronóstico del Movimiento. Taller Nac. Manejo de Desastres por Derrame de Hidrocarburos, Estado Mayor Nac. Def.Civ, Sherritt Co., Geopetrol., C. de La Habana, :19.
299. Molerio, L.F.; E. Flores & A. Menéndez (1997): Vulnerability of Karstic Aquifers. Draft Report. IHP-V Project 3.2. Monitoring Strategies for Detecting Groundwater Quality Problems, La Habana, 10:
300. Molinet, E. Trinidad y su Valle de los Ingenios: ¿Valores patrimoniales del paisaje o simple marco escénico natural? Arquitectura y Urbanismo, vol XII, nº2, 1991.
301. Morales Calvo, G. (2000): Contaminación atmosférica. En: Curso hispano- cubano gestión y derecho ambiental, La Habana, s.p.

302. Morales, J. y C.S. Nápoles (1991): "Cuba: el proceso de industrialización y su dimensión regional. En Revista: Problemas del Desarrollo, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Vol XXII, pp.199-226.
303. Nápoles, C.S., B. Lápípus, J. Ibáñez, M. García, et al. (1989): En Nuevo Atlas Nacional de Cuba ( Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, eds.), Instituto Geográfico Militar de España, Madrid, Sec. XVII Industria.
304. Quintana Orovio, M. (2000): Introducción a los Sistemas de Gestión Ambiental Empresarial en Cuba. La Auditoría Ambiental como uno de sus instrumentos. La Habana, Material mecanografiado (en prensa), 20 p.
305. Simeón, R. E. y R. Sánchez (1996): Globalización y medio ambiente: mitos, paradojas y resultados. Los retos de nuestros países. Discurso. III Foro del Ajusco, Ciudad de México, Septiembre, 20 p.
306. Universidad Autónoma del Estado de México y Facultad de Planeación Urbana y Regional (1994): Fundamentos teóricos y metodológicos de la geografía del medio ambiente. En: Geografía del Medio Ambiente. México, pp.27-56.
307. Comisión Nacional de Medio Ambiente (1996): Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago de Chile. 242 pp.
308. Comisión Nacional de Medio Ambiente (1997): Gestión ambiental del gobierno de Chile. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Santiago de Chile. 150 pp.
309. Dourojeanni, Axel (1997): Procedimientos de gestión para un desarrollo sustentable. Serie Ambiente y Desarrollo 3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 71 pp.
310. Duchi, María Elena (199 ): Dimensión política de la sustentabilidad urbana. Serie Azul 10. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 44 pp.
311. Durán de la Fuente, Hernán (1997): El marco político. Políticas ambientales y desarrollo sustentable. En: Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos. Un enfoque de política integral. CEPAL/GTZ. Santiago de Chile. pp 15-36.
312. Espinosa, Guillermo, Patricio Gross y Ernst Hajek (1994): Percepción de los problemas ambientales en las regiones de Chile. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Santiago de Chile. 61 pp.
313. Giaimo, Silvana (1997): El ordenamiento territorial como instrumento de la gestión ambiental. La cuestión territorial y el manejo de residuos. En: Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos. Un enfoque de política integral. CEPAL/GTZ. Santiago de Chile. pp 227-271.
314. Gross, Patricio y Marcela Rivas (1998): Lineamientos para el diseño de indicadores de calidad ambiental urbana en el contexto de Santiago de Chile. Serie Verde 3. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 16 pp.
315. Gross, Patricio y Ernst Hajek (1998): Indicadores de calidad y gestión ambientales. Santiago de Chile. 221 pp.
316. Gross, Patricio y Marcela Rivas (1998): Desarrollo de una metodología para evaluar la calidad del medio ambiente urbano. Serie Verde 2. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 47 pp.

317. Houghton, Graham y Colin Hunter (1994): *Sustainable Cities. Regional Policy and Development* (traducción del original). Jessica Kingsley Publishers. Regional Studies Association, London. Series 7. 29 pp.
318. Junco, Raquel de los Angeles (1998): *Manual para el manejo de los desechos peligrosos procedentes de hospitales*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana. 69 pp.
319. Mac Donald, Joan (1996): *Los desafíos de América Latina y El Caribe en el campo de los asentamientos humanos*. Ponencia presentada en la reunión Iberoamérica ante Hábitat II. Madrid. 8 pp.
320. Naciones Unidas (1996): *Indicadores de desarrollo sostenible. Marco y metodologías*. Nueva York. 478 pp.
321. Romero, Hugo y Pedro Salazar (1997): *Evaluación y gestión medio ambiental de comunas urbano-industriales*. Departamento de Geografía. Universidad de Chile. En *Rev. Geografía de Chile Terra Australis*, 42:169-204 (1997). Santiago de Chile.
322. Sabatini, Francisco (1998): *Hacia una nueva planificación urbana. Algunos de sus principales dilemas conceptuales y prácticos*. Serie Azul No. 22. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 54 pp.
323. Sanz, Manuel (1991): *La contaminación atmosférica*. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Madrid. 23 pp.
324. Universidad Bolivariana (1998): *Criterios e indicadores de desarrollo sostenible a niveles sectorial y regional. Regiones III, IX y Región Metropolitana*. Santiago de Chile. 65 pp.
325. Winograd, Manuel (1995): *Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe. Hacia la sustentabilidad en el uso de tierras*. San José. 85 pp.
326. Braudel, F. (1986): *L'identité de la France, Francia, Arthaud-Flamarion, tomo III, p.227*.
327. Interián, P.S. (1995): *Transportation in the geographic research framework in Cuba*. En *Program/Abstracts, Regional Conference of Latin American and Caribbean Countries (IGU)*.
328. Instituto Mexicano del Transporte (1992): *Análisis de tres grupos de métodos para el estudio de balances de flujos intra e interregional desde la perspectiva de la circulación de pasajeros y mercancías*. Publicación Técnica No. 9. Querétaro, México. 39 p.
329. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994): *Plan Director de Infraestructuras*. Madrid, España, 280 p.
330. Salgado, V. M. y M. Camarena, L. (1995): *La planificación del transporte y los problemas ambientales*. En revista *Avances*, año VII, No. 24, Querétaro, México, pp. 15-19.
331. Morello, J. (1983): *Ecología y preferencias turísticas y ambientes extraurbanos*. Biblioteca de Ciencias Sociales, Buenos Aires.
332. Morgan R. (1995): *"Soil erosion and conservation"* Harlow, Longman Group, London, 198 pp.
333. Munger, J. W. y S. J. Eisenreich (1983): *Continental-scale variations in precipitation chemistry*. *Env. Sci. Tech.* Vol 17 No. 1, 32A-41A.
334. Muricy, G. 1989. *Sponges as pollution bio-monitors at Arraial do Cabo, Southeastern Brazil*. *Rev. Bras. Biol.*, 49 (2): 347-354.

335. Muscatine, L. y E. Cernichiari. 1969. assimilation of photosynthetic products of zooxanthellae by a reef coral. *Biol. Bull.* 137: 506-523.
336. Myers, J.E. (1966): Momentum, heat and mass transfer. Edit Univ. Habana, La Habana, 695:
337. Myers, N. (1991): Tropical Forest. Present Status and future outlook. *Climate Change*, 19: 3-32
338. Nagelkerken, I., K. Bucham, G. W. Smith, K. Bonair, P. Bush, J. Garzón-Ferreira, L. Botero, P. Gayle, Petrovic, L. Pors y P. Yoshioka. 1997. Massive tissue mortality in marine seafans in the Caribbean. *Proceeding of the 8th International of Coral Reef Symposium*, Panamá, 1:679-682.
339. NC. 1987. *Sistema de normas para la protección del medio ambiente*. Hidrosfera, República de Cuba.
340. Nemerow, I. R. 1972. *Liquid waste of industry*. Addison-Wesley Publish, Co. USA. 584 p.
341. Newbould, P. J. (1967): *Methods for estimating the primary production of forests*. B.P., Londres. 450 pp.
342. Norma Cubana 39:1999. Requisitos higiénico-sanitarios: concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria. CEN, La Habana.
343. Norma Cubana 93-02-205. Determinación de Sulfuro de Hidrógeno. CEN, La Habana, 1987.
344. Norma Cubana 93-02-216. Determinación de SO<sub>2</sub>, CEN, La Habana, 1988.
345. Odum, E.P. (1986): Ecología. Edición Revolucionaria. Guantánamo, Cuba. 639 pp. (Tomado de la tercera edición de 1972, Athens, Grecia)
346. Odum, E.P. (1986): Ecología. Edición Revolucionaria. Guantánamo, Cuba. 639 pp. (Tomado de la tercera edición de 1972, Athens, Grecia)
347. Oliarte, E. ed. (1940): Cuba en la mano. Enciclopedia Popular Ilustrada, La Habana, Imprenta Ucar, García y Cia., La Habana, 1 302 pp.
348. OMM (1989): VAG y las actividades de medición de los valores de la química de las precipitaciones. Hoja informativa No. 5.
349. OMS (1972): Criterios y pautas de salubridad del aire en relación con ciertos contaminantes del medio urbano. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de Informes Técnicos No. 506. Ginebra, 38 pp.
350. Organización Mundial de Turismo (1997): Tendencias del mercado turístico. Organización Mundial de Turismo, Madrid, 166 pp.
351. Ortega Sastriques, F. y M. Arcia (1982): Determinación de las lluvias en Cuba durante la glaciación de Wisconsin, mediante los relictos edáficos. Academia, Ciencias de la Tierra y el Espacio, La Habana, 4: 85- 104.
352. Orudzhev, Z. (1978) : La dialéctica como sistema, Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, 295 pp.
353. Panos, V. y Pribyl, J. (1983): Problemática del medio natural y del medio ambiente en Cuba. *Studia Geographica* 86. Brno.
354. Parry, M. L. y V. P. N. Diunker (1990): Agriculture and forestry. En *Climate Change. The IPCC Impact's Assessment*. WMO-UNEP.



- 355.Pastorok, R. A. y G. R. Bilyard. 1983. Sewage discharge impacts on coral reef communities. IEEE. 900-904 (en Hernández-Delgado, 1992).
- 356.Patriquin, D. 1973. Estimation of growth rate, production and age of the marine angiosperm *Thalassia testudinum* König. *Caribb. J. Sci.*, 13(1-2):111-123.
- 357.Penkett, S. A. (1988): Indications and causes of ozone increase in the troposphere. En. The Changing Atmosphere. (F. S. Rowland and I.S.A. isaksen (eds). Dahlem Workshop Report, 1988, Wiley- Interscience.
- 358.Perera, A. 1995. Las Areas Protegidas de Cuba.
- 359.Pérez de la Riva, J. (1972): Presentación de un censo ignorado. El padrón general de 1778. En: Rev. de la Biblioteca Nacional *José Martí*, La Habana, Sept.-Dic.
- 360.Pezueta, J. De la (1866): Diccionario geográfico, estadístico, histórico de la Isla de Cuba. Madrid, España. 4 T.
- 361.Phillips, R.C. 1960. Observations on the ecology and distribution of the Florida seagrasses. *Florida Bd. Conserv. Prof. Paper Ser.*, 2, 72 pp.
- 362.Phillips, R.C. . 1980. Role of seagrasses in estuarine systems. *Proc. of the Gulf of Mexico Coastal Ecosystems Workshop*, (P.L. Fore y R.D. Peterson, eds.), Port Aransas, Texas, 1979, Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior: 67-95.
- 363.Phillips, R.C. y E. G. Meñez. 1988. Segrasses. *Smithsonian Contrib. Mar. Sci.*, 34: 1-104.
- 364.Pichardo, H. (1971): Documentos para la Historia de Cuba. T.1 Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, 546 pp.
- 365.Piniguin, M. A. (1985): Otsenka Kombinirovannogo deistvia atmos o<?8 fernig zagriazneni pri planirovanii i osuschestvlenii vozdujoojranny meropriatii. *Gigiena i Sanitaria*. 7:48-50.
- 366.Pino, M. ; F. García; A. Córdova e I. Pérez (1989): Mapa Etapas de Desarrollo Económico a escala 1: 5 000 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, XXIV 1.2
- 367.Plasencia Moro, A. ; O. Zanetti Lecuona y A. Gargía Alvarez (1985) : Metodología de la investigación histórica. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 368 pp.
- 368.PNUMA (2000): Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Ediciones MUNDI-PRENSA
- 369.PNUMA (sin fecha): Directrices para la preparación de Estudios por Países sobre la Diversidad Biológica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, Kenya. 129 pp.
- 370.Pons Duarte, H. M. (1988): Política energética, política económica y desarrollo. Editora Política, La Habana 103 pp.
- 371.Portela, A., J.L. Díaz, J.R. Hernández, A. Magaz y P. Blanco (1989): "Geomorfología" En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía e ICGC. Editores: Inst. Geográfico Nacional de España, Madrid, Sección IV 3.2-3.
- 372.Pratt, H. ; ed. (1949) : Diccionario de Sociología. Fondo de Cultura Económica, México, 317 pp.
- 373.Predvechni, G. Y A. Sherkovin (1986) : Psicología Social. Ed. Política, La Habana, 304 pp.

374. Preobrazhenski V. S. (1978): Basic concept in assessing man's impacts of the environment. En: Geographical aspects of interactions in the man-natural systems. Edit. Science Academy of URSS, Moscú, 320 pp.
375. Pressat, R. (1985) : The Dictionary of Demography (Christopher Wilson, ed.), Bell and Bain, Glasgow, Great Britain, 243 pp.
376. Priego Santander, A. (1996) : Diversidad de los ecosistemas del Archipiélago de Camagüey. Tesis de Maestría en Ecología. (Inédito) . Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana. 48 pp.
377. Priego Santander, A. (1996) : Diversidad de los ecosistemas del Archipiélago de Camagüey. Tesis de Maestría en Ecología. (Inédito) . Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana. 48 pp.
378. Propuesta de la República. Trinidad y su Valle de los Ingenios. Reunión de Comisión Mundial de Patrimonio, Brasilia, 1988.
379. Pueschel, R. F. (1986): Man and the composition of the atmosphere. WMO-UNEP. WMO, 80 pp.
380. Rauner, Yu. L. (1981): La dinámica natural y la evolución antropógena del clima de la Tierra. Serie Geográfica, Moscú, 3: 37- 43.
381. Raunkjaer, C. (1934): *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford. 634 pp.
382. Raunkjaer, C. (1937): *Plant life forms*. Clarendon Press, Oxford. 528 pp.
383. Rauser, J. y J. Koleijka (1983): Procedimientos teóricos relativos a la solución de los complejos físico-geográficos desde el punto de vista del medio ambiente. *Studia Geographica* 86. pp 143-154.
384. Ricciardi, H.J. (1994): Cambio global, energía y emisiones. *Anales de la Academia Nacional de Geografía, Argentina*, 18: 127- 147.
385. Richards, J.F. (1990): Land transformation .In: B.L. Turner II *et al* 1993. IGBP Report No. 24 HDP Report No 5.
386. Richardson, L. L., K. G. Kuta, S. Schnell y R. G. Carlton. 1997. Ecology of the black band microbial consortium. *Proceeding of the 8th International of Coral Reef Symposium, Panamá*, 1: 597-600.
387. Rodhe, H., R. Herrera (Eds) (1988): Acidification in Tropical Countries. SCOPE 36. John Wiley and Sons. Chichester, England.
388. Rodríguez García, J.L.; A. López Coll; L. Leal H. Ayala y J. Cruz (1965): Cuba: Revolución y Economía 1959-1960. Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, 269 pp.
389. Rodríguez, L. y Priego, A. (1998): Zonas ecológicamente sensibles. En: Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la república de Cuba. M. Vales, A. Alvarez, L. Montes y A. Avila compiladores. Cesyta, Madrid, 480 pp.
390. Rogers, C. S. 1977. The response of a coral reef to sedimentation. Ph. D. Thesis submitted to the Graduate Council, University of Florida, Gainesville, Fl. 196 p. (en Hernández-Delgado, Rodríguez-Class y Martínez-Suárez, 1996).
391. Rogers, C. S.. 1979. The effect of shading on coral reef structure and function. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 41: 269-288 (en Hernández-Delgado y Alicea-Rodríguez, 1993).

392. Rose, C. S. y M. J. Risk. 1985. Increase of *Cliona delitrix* infestation of *Montastrea cavernosa* heads on an organically polluted portion of the Grand cayman Fringing Reef, PSZNI. Mar. Ecol. 6 (4): 345-363.
393. Rovinsky, F. Ya. y G. B. Wiersma (1987): Procedures and methods for integrated global background monitoring of environmental pollution. WMO Technical Document No. 178 GEMS Information Series No. 5 139 pp.
394. Ruiz de la Torre, J. (1976): *La silvicultura natural en el cuadro de la ordenación ecológica de la región mediterránea*. Bol. De la Est. Central de Ecología, 5, 9, 30 pp.
395. Rützler, K y D. Santavi. 1983. The black band disease of Atlantic reef corals. 1. Description of the cyanophyte pathogen, P.S.Z.N. *Marine Ecology*, 45: 301-319.
396. Ruzicka, M. y L. Miklos (1982): Landscape Ecological Planning (LANDEP) in the process of the territorial planning. *Ekologia. CSSR* 1 (3): pp 297 - 312.
397. Salinas, E. y O. Casas (1992): La zonificación funcional y la planificación turística en áreas protegidas. *Boletín Turismo y Medio Ambiente, La Habana*, 3 pp.
398. Samek, V. (1968): La protección de la naturaleza en Cuba. Serie Transformación de la Naturaleza, No. 7. Dpto de Ecología Forestal. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana: 123 pp (1 mapa anexo).
399. Sánchez P.A.(1981): "Suelos del Trópico características y manejo". Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica, 660 pp.
400. Santamarina, V. (1944): El turismo, industria nacional. Patronato de San Diego de los Baños, La Habana, pp 48-53.
401. Santamarina, V. (1973): Opiniones personales sobre la hidrología y la climatología médicas. *Hidrología y Climatología médica, La Habana*, 3:1-12.
402. Schwela, D. (1998): Air Quality and Standards. International Advanced Training Air Pollution Technology and Management. Sweden.
403. Seco, R. (1982): "Procesos exogenéticos" Ministerio de Educación Superior, Univ. de la Habana, Fac. de Geografía, La Habana, 157 pp.
404. Seguinot Barbosa, J. (1992): Decline of the caribbean aboriginal population. En: Geografía, Ecología y Derecho de Puerto Rico y el Caribe (Serie de Ensayos), Puerto Rico, pp. 143-154.
405. Seguinot Barbosa, J. (1994): Globalización, derecho y medio ambiente en el Caribe contemporáneo. En: Geografía, Ecología y Derecho de Puerto Rico y el Caribe (Serie de Ensayos). Puerto Rico, pp. 3-18.
406. Seminario acerca de los suelos de la Zona Cálida y diversamente húmeda del Globo (1970), La Habana, Cuba.
407. Shannon, C. E. (1948): The mathematical theory of communication pp. 3 – 91. In: Shannon & Weiner (eds.) *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois. Press. Urbana, 117 pp.
408. Silberstein, K., A. W. Chiffings y A. J. McComb. 1986. The loss of seagrass on Cockburn Sound, Western Australia. 3: The effect of epiphytes on productivity of *Posidonia australis* Hook. *F. Aquat. Bot.*, 24: 355-371.
409. Smith, S. V. y R. W. Buddemeier. 1992. Global Change and Coral Reef Ecosystems. *Ann. Rev. Syst.*, 23: 89-118.

410. Sochava, V.B. (1978): Introducción al estudio geosistémico. Editorial Nauka, Novosibirsk, 317 pp. (en ruso)
411. Sorensen, J. C., S. T. McCreary y M. J. Hershman. 1984. *Institutional arrangements for management of coastal resources*. Renewable Resources Information Series, Coastal Management Publication No. 1 (citado por PNUMA, 1996).
412. Soret, Pilar. El papel de los entes locales en el desarrollo del Turismo Rural. I<sup>er</sup> Encuentro Iberoamericano sobre Municipio y Turismo Rural, Segovia, 1993.
413. Speight (1973): Outdoor recreation and its ecological effects. Bibliography and Review, University College, London.
414. Suárez F.(1970): "Conservación de Suelos" Ediciones Revolucionarias, La Habana, 319 pp.
415. Suárez, A. M. 1984. Ecología, Fitogeografía y Sistemática del macrofitobentos de la plataforma de Cuba. Tesis de opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Estatal Lomonosov, Moscú, 342 pp. [En ruso].
416. Sugawara, K. (1967): Migration of elements through phases of the hydrosphere and atmosphere. in Vinogradov, A. P.: Chemistry of the Earth's Crust. Vol. 2:501-510.
417. Szepesi, D. J. (1989): Compendium of Regulatory Air Quality Simulation Models. Akademiai Kiadó, Budapest. 516 pp.
418. Szepesi, D. J., M. Popovics y K. Fekete (1982): Long-Range transmission of atmospheric sulfur. Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos Kiadványai LIII. Kötet. Budapest. 125 pp.
419. Tabío, E. y E. Rey (1979): Prehistoria de Cuba. Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, 234 pp., dibujos y fotos
420. Taylor, S.A. y J.W. Cary (1964): Linear equations for the simultaneous flow of matter and energy in a continuous soil system. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 28(2):167-172
421. Teixeira Guerra, A.J. y S. Baptista de Cunhas (1995): "Geomorfología: una actualización de bases y conceptos." Bertrand Brasil, S.A. (2da. Edición) Río de Janeiro, 472 pp.
422. Terlietsky, P. (1975): Física estadística. Edit. Revolucionaria, La Habana, 360:
423. The Nature Conservancy. 1995. El uso de las ciencias para la conservación en el manejo de áreas protegidas. Taller 7. *III Semana Conservacionista, Quito*: sin paginación.
424. Thom, G. G. y W. R. Ott (1976): A proposed uniform air pollution index. *Atm. Env.* 10,261-264.
425. Thomson, M. A. 1990. Determining impact significance in EIA: a review of 24 methodologies. *J. Environmental Management*, 30: 235-250.
426. Todd, D. K. (1970): Groundwater Hydrology. Edic. Revolucionaria, Inst. Cub. Libro, La Habana, 336:
427. Tomasko, D. A., C. J. Dawes y M. O. Hall. 1996. The effects of anthropogenic nutrient enrichment on turtle grass (*Thalassia testudinum*) in Sarasota Bay, Florida. *Estuaries*, 19(2B): 448-456.
428. Tovar, R. (1986) : El enfoque Geohistórico, Biblioteca de la Acad. Nacional de la Historia, Caracas, pp 52-69.
429. Tovar, R. (1986): El enfoque Geohistórico, Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, Caracas, pp 52-69.

430. Tricart, J. (1979): Paysage et écologie. *Revue de Geomorphologie Dynamique* XXVIII (3: pp 81-85)
431. Tricart, J. (1979): Paysage et écologie. *Revue de Geomorphologie Dynamique* XXVIII (3: pp
432. Trusov, I.I. (1967): Las precipitaciones en la isla de Cuba. Inst. Libro, La Habana, 67 pp.
433. Trusov, I.I., A. Izquierdo y L.R. Díaz (1983): Características espaciales y temporales de las precipitaciones atmosféricas en Cuba. Academia, La Habana, 150 pp.
434. Tsaregorodtsev, G. (1973) : "Tecnización" del medio circundante y la salud del hombre. *En Ciencias Sociales*. 4 (14) : 67-80
435. Tsarfis, P.G. (1982): Acción de los factores naturales sobre el hombre. Ed. Mir, Moscú, 271 pp.
436. Turner, M. G. (1989): Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20: 171 -197.
437. UICN 1992. Guidelines for Protected Areas Management Categories.
438. UICN 1994. Protecting Nature : Regional Reviews of Protected Area.
439. UICN. 1990. Manejo de áreas protegidas en los trópicos.
440. UICN. 1992. Parks for Life
441. UNEP (1984): Maximum allowable concentrations and tentative safe exposure levels of harmful substances in the environmental media (Hygienic standards officially approved in the USSR). Moscú, 113 pp.
442. UNESCO (1971): "Soils and Tropical Weathering" XI Natural Resources Research, París, 149 pp.
443. Uribe Ortega, G. (1997): Espacio-tiempo de fin de milenio: Una reflexión acerca de las articulaciones de lo global y lo local en los estudios de la geografía humana. *En: Globalization in America: A geographical approach* (J. Seguinot, ed.) pp. 133-146
444. Uribe Ortega, G. (1997): Espacio-tiempo de fin de milenio: Una reflexión acerca de las articulaciones de lo global y lo local en los estudios de la geografía humana. *En: Globalization in America: A geographical approach* (J. Seguinot, ed.) pp. 133-146.
445. Vaishar, A. (1979 ?) : El medio ambiente y la salud de la población. [inédito], Instituto de Geografía, Brno, Checoslovaquia.
446. Vaishar, A. (1979 ?) : Medio social, [inédito], Instituto de Geografía, Brno, Checoslovaquia.
447. Valentei, D.; G.M. Korostelev; O.V. Larmen; Y.G. Saushkin y B.Y. Smalevich (1979) : La población en el desarrollo social. *En La teoría marxista-leninista de la población*. (D.I. Valentei, red.), Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, pp. 49-79.
448. Valentei, D.; red, (1978) : Teoría de la población. Ensayo de investigación marxista. Editorial Progreso, Moscú, 387 pp.
449. Villota, H. (1991): "Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras." Inst. Geográfico Agustín Codazzi, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 211 pp.
450. Vinogradov, B. V. (1989): Mapificación de la dinámica del ecosistema: enfoque cualitativo: enfoque cualitativo. *En: Serijageograficheskaja*. Editorial Nauka, Moscú, pp. 109 - 115

451. Wallen, C. C. (1980): A preliminary evaluation of WMO-UNEP precipitation chemistry data. MARC report No. 22.
452. Wallen, C. C. (1986): Sulphur and Nitrogen in precipitation: an attempt to use BAPMoN and other data to show regional and global distribution. WMO/TD-No.103, Geneva, 34 pp.
453. Wallick, E. I.; J. Tóth (1976): Methods of regional groundwater flow analysis with suggestions for the use of environmental isotopes. Proc. Symp. Interpretation of environmental isotope and hydrochemical data in groundwater hydrology, IAEA, Viena :37-64
454. Watson, R. T., H. Rodhe, H. Oeschger y U. Siegenthaler (1990): Greenhouse gases and aerosols. En: Scientific Assessment of Climate Change (Section 1). Report prepared for IPCC by WG-1. WMO-UNEP.
455. Weitzenfeld, H. (ed) (1990): Manual básico de evaluación del impacto en el ambiente y la salud de proyectos de desarrollo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Metepec, Edo de México, 206 pp.
456. Westman, W. E. (1978): Measuring the inertia and resilience of ecosystems. *Bioscience* 28: 705 – 10.
457. Westman, W. E. 1983. Ecology, impact assessment and environmental planning. 4: Quantitative Approaches. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: 130-166.
458. Whitaker, R. H. (1962): Classification of natural communities. *Boletan. Rev.* 28: 1-239.
459. Wilkinson, C. R. y R. W. Budemeier. 1994. *Global change and coral reefs: implications for people and reefs. Report of the UNEP-IOC-ASPEI-IUCN Global task team on the implications of climate change on coral reefs.* IUCN, Gland, Switzerland. 124 p.
460. WMO (1987): The Global Climate System (Autumn 1984-Spring 1986). CSMR84/86. Geneva 85 pp.
461. WMO (1988): International operations handbook for measurement of background atmospheric pollution. WMO-No.491, 110 pp.
462. WMO (1990): The Atmosphere of the living planet Earth. WMO-No. 735, Geneva, 42 pp.
463. WMO (1991): Report of the consultation of experts to consider desirable observational practices and distribution of GAW Regional Stations (Greece 9-13 April 1991) Global Atmosphere Watch No. 71 WMO/TD-No. 433, 43 pp.
464. WMO (1991a): Meeting of experts on the role of clouds in the chemistry, transport, transformation and deposition of pollutants (Obninsk, 30 September- 4 October 1991). WMO/TD- No. 448, 106 pp.
465. WMO (1991b): The Global Atmosphere Watch: Atmospheric Pollution and the Seas. Fact Sheet No. 8 (May 1991).
466. WMO-EPA-NOAA (1977-1989): Global Atmospheric background monitoring for selected environmental parameters. BAPMoN DATA for 1975-1985. Geneva.
467. WMO-UNEP (1992): The Global Climate System. Climate System Monitoring (December 1988-May 1991).
468. Wood, E.J.F., W.E. Odum y J.C. Zieman. 1969. Influence of seagrasses on the productivity of coastal lagoons. *Mem. Simp. Int. Lagunas Costeras, UNAM/UNESCO, Nov. 28-30, 1967:* 495-502.
469. Wood, S. 1995. Seagrass tells water quality story. *Fathom*, 7: 3.

470. Woodley, J. D. 1995. *Tropical Americas regional report on the issues and activities associated with coral reefs and related ecosystems*. Prepared for The 1995 International Coral Reef Initiative Workshop. Regional Co-ordinating Unit and CARICOMP, 63 p.
471. World Bank (1985) : Population Change and Economic Development. Oxford University Press, USA, 193 pp.
472. Yera Digat, G. & L.F. Molerio León (1997): Hidrodinámica Geoquímica del Sistema Acuífero de la Costera Sur de Camaguey. in/D.M. Arellano, M.A. Gómez-Martín & I. Antigüedad (Eds.): Investigaciones Hidrogeológicas en Cuba. Eibar, País Vasco: 125-134
473. Zalewski, M., G.A. Janauer, G. Jolankai (1997): Ecohydrology. A new paradigm for sustainable use of aquatic resources. Unesco, IHP-V Projects 2.3/2.4, Paris, 58:
474. Zamora, I. (1989): Desarrollo y perspectiva de la geografía médica en Cuba. En: Unidad hombre- naturaleza. Academia, La Habana, pp. 37-42.
475. Zanetti Lecuona, O. y A. García Alvarez (1987): Caminos para el azúcar. Ed. Ciencias Sociales, La Habana, 417 pp.
476. Zea, S. 1994. Pattern of coral and sponge abundance in degraded vs. still healthy coral reefs at Santa Marta, Colombian Caribbean. In: *Sponges in time and space*, (RWM van Soest, van Kempfen and Braekman eds.) Balkema, Rotterdam (manuscrito).
477. Zhúkov, E. (1982): Metodología de la Historia. Academia de Ciencias de la URSS, Ciencias Sociales Contemporáneas, Moscú, 231 pp.
478. Zieman, J. C. y J. W. Fourqurean. 1985. The distribution and abundance of benthic vegetation in Florida Bay, Everglades National Park. Final Report, contract no. CX5280-2-2204 from South Florida Research Center, National Park Service, Everglades National Park, Homestead, Fl 33030.
479. Zieman, J. C., J. W. Fourqurean y R. L. Iverson. 1989. Distribution, abundance and productivity of seagrasses and macroalgae in Florida Bay. *Bull. Mar. Sci.*, 44(1): 292-311.

## BIBLIOGRAFIA

- Academia de Ciencias de Cuba; Instituto de Meteorología (1973): Trayectoria de huracanes y perturbaciones ciclónicas del Océano Atlántico, del Mar Caribe y del Golfo de México (1919-1969). Ed. Organismos, Instituto del Libro, La Habana, 109 pp.
- Anónimo (1940): Cuba en la mano. Enciclopedia Popular Ilustrada, La Habana, Imprenta Ucar, García y Cia., La Habana, 1 302 pp.
- Arcia Rodríguez, M. (Ed) et al. (1994): Geografía del medio ambiente: una alternativa del ordenamiento ecológico. Toluca, Chimal Editores, 289 pp.
- Arranz, J.C. (1993): Consideraciones generales sobre la evaluación de impacto ambiental en actividades mineras. Inst. Tecn. Geominero España, Madrid, 26 pp.
- BANFAIC (1952): Estudio económico social del municipio de Baracoa. Impresora Modelo S.A., la Habana, 146 pp. y mapas
- Bassom Jones; J. Ed (1927): Oriente. La Suiza Cubana. Cuba Atlas Co., Camagüey, 276 pp.

- Calvache, A. (1944): Historia y desarrollo de la minería en Cuba. Ed. Neptuno, La Habana, pp. 37-108.
- CAME (1985): Monografía Internacional: Evaluación de la influencia de la economía en la naturaleza. Ed. V.S. Preobrazhenski y V. Voracek, Brno, 402 pp. (en ruso).
- CEPAL, CLADES y PNUMA (1992): Reseña de documentos sobre desarrollo ambientalmente sustentable. Serie INFOPLAN: Temas Especiales del Desarrollo. Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Nuestra propia agenda. BID/PNUD Washington. C., 102 pp.
- Comisión Nacional Cubana de la Unesco (1961): Cristóbal Colón. Diario de Navegación. Tipografía Ponciano, La Habana, 221 pp.
- CONAS (1994): Minería y Metalurgia no ferrosa. En: Cuba. Inversiones y Negocios 1994-1995. Ed. Pontón Caribe SA., pp.113-114,
- Cuba , Proyecto Cuba/94/003 (1998): Desarrollo de las técnicas de predicción de las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva. Ed. Instituto de Planificación Física e Instituto de Meteorología, La Habana, 218 pp.
- Domínguez, L. , J. Febles y A. Rives (1994): Las comunidades aborígenes de Cuba. En : La Colonia, evolución socioeconómica y formación nacional. ( M. Rey, ed.) Editora Política, La Habana, pp. 5-56
- Dorstewitz, G., H. Schneider y V. Berker (1957): Economía minera y yacimientos minerales en Cuba. Informe de investigación (mimeografiado). Clausthal-Hannover-Deusburg, Rep. Federal Alemana, 105 pp. y 4 mapas.
- Fernández Figueroa, E. (1993): La historia como condicionante del territorio. El caso de Cuba. Asociación Rubén Darío, Madrid, 338 pp.
- González, L., A. Bucek y E. Quitt (1989): Mapa de Medio Ambiente de Cuba, a escala 1:1 000 000 En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, XXIII 1. 2-3
- Guancho, J. (1996): Componentes étnicos de la nación cubana. Ed. Unión, la Habana, 149 pp.
- Hno. Alaín (1946): Moa, paraíso de los botánicos. En : Revista de la Sociedad Cubana de Botánica. (1.III), Enero-Febrero. pp. 8-14
- ----- (1953): Excursión Botánica por el alto valle del Toa y la Sierra de Moa. En : Revista de la Sociedad Cubana de Botánica (4. X), Octubre- Diciembre, pp.108-121
- Hno. Marie Victorín (1944): Itinerarios Botánicos de la Isla de Cuba. Traducción al español.



- Hylsky, J. (1967): Erosión en cárcavas. Serie Oriente, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- IGBP (1997 a): Modelling the Transport and Transformation of Terrestrial Materials to Freshwater and Coastal Systems. Workshop Report, No. 39, 84 pp.
- ----- (1997b): Global Ocean Ecosystem Dynamics (GLOBEC): Science Plan, No. 40, 82 pp.
- ----- (1998): Strengthening the Regional Emphasis of IGBP. Newsletter, No. 36, pp. 5-6.
- Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía; Dpto. de Cartografía (1984): Síntesis geográfica, económica y cultural de la República de Cuba. Ed. ICGC, La Habana, pp. 112-115.
- Instituto de Geografía Tropical (1998): Premisas teórico metodológicas para la identificación y el estudio de la dimensión humana de los cambios globales medioambientales en la región del Caribe y en Cuba. Informe Técnico del resultado parcial del proyecto "Modelos geográficos de la interacción entre factores socioeconómicos y naturales en el Caribe Insular y en Cuba como premisas alternativas para el desarrollo sostenible en el contexto de los cambios globales medioambientales". (1ra Etapa) Instituto de Geografía Tropical. La Habana, Cuba. 174 pp.
- Íñiguez, L. (1989): Mapas de modificación antrópica (1492-1989-1933-1958-1985). En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, XXI, 2.2 – 2.3.
- Le Riverend Brusonne, J. (19..): Historia económica de Cuba. Ed. Revolucionaria, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 662 pp.
- Marrero Artilles, L. (1957): Geografía de Cuba. 3ra. ed. Ed. Selecta, La Habana, 707 pp.
- Morales, P. L. (1923): Lugar por donde Colón desembarcó por primera vez en Cuba. (Conferencia pronunciada en la Sociedad Geográfica de Cuba en la sección del 3 de Abril de 1922). En : Revista de la Sociedad Geográfica de Cuba. No.1.
- Morejón, N. y C. Gonce (1971): Lengua de Pájaro, Comentarios reales . Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 464 pp.
- Núñez Jimenez, A. (1972): Transformación de la Naturaleza (3ra parte). En: Geografía de Cuba. Editorial Pueblo y Educación, MINED, La Habana: pp 360-419.
- Núñez Jiménez, A. y J.Torrente del Valle (1975): Geografía de la región del Segundo Frente Oriental "Frank País". Ed. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Geografía, La Habana, 40 pp.

- Oriente, ed. (1977): Provincia Holguín. Santiago de Cuba, 158 pp. y fotos.
- Pichardo, H. Documentos para la Historia de Cuba. T.1 Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, 546 pp.
- Samek, V. (1967): Informe forestal sobre los pinares de Mayarí. En: Serie Pinares de Mayarí. No.3 Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 11 pp.
- ----- (1968): La protección de la naturaleza en Cuba. Serie Transformación de la Naturaleza, No. 7. Dpto de Ecología Forestal. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana: 123 pp (1 mapa anexo).
- ----- (1973): Regiones Fitogeográficas de Cuba. Serie Forestal No. 15. Dpto de Ecología Forestal. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana: 60 pp. ( 1 mapa anexo).
- SNAP (s/f): Areas protegidas de significación nacional.
- Sheefian, P. (1984): Effects of Pollutions at the Ecosystem Level. Ed. John Wiley and Sons, pp. 51-81.
- Tabío, E. y E. Rey (1979): Prehistoria de Cuba. Ed. de Ciencias Sociales, La Habana, 234 pp., dibujos y fotos
- Turner, R.K., W.N., Adger and R., Brouwer (1998): Ecosystem Services Value, Research Needs and Policy Relevance: a Commentary. Ecological Economics, 25:61-65.
- World Bank (1999): Information Environmental Organizing: Indicator Types, Environmental Issues and a Proposed Conceptual Model to Guide Indicator Development, 4 pp.
- Yglesia Martínez, T. (1998): Organización de la República Neocolonial. En: La Neocolonia. Organización y Crisis desde 1899 hasta 1940. Instituto de Historia de Cuba, Ed., Política, La Habana, Capt. II, pp. 52-54

## **BIBLIOGRAFÍA**

Martínez, M.C. y Luis, J. (1989) en Tipos de geosistemas del municipio Los Palacios, Pinar del Río. Instituto de Geografía. 25 pp.

Lacina, Jan y Martínez, M.C. (1993) en el Esqueleto de Estabilidad Ecológica y tipos de paisajes actuales en el modelo regional "Los Palacios", Pinar del Río.

Martínez, A y M.C. Martínez (1996) en el Estudio de las características medioambientales del paisaje del Estado de Yucatán

---

Comité Estatal de Normalización 93-06-101 ( 1978). Norma Cubana de los Paisajes

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Departamento de Medio Ambiente (1994): Proyección científica del Departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía. Rev. Mapping. No. 16. 18-20 pp.
2. González Báez Arturo E (1998): Contaminación de las aguas. Unión de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos. Conferencia en Diplomado de Educación Ambiental del Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, Ciudad de La Habana, 8pp,
3. Instituto de Geografía e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (1989): Sección de Medio Ambiente. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Edit. Inst. Geog. Nac. España. Madrid.
4. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) (1997): Ley No 81 del Medio Ambiente. Parlamento Cubano. Ciudad de La Habana. 44 pp.
5. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)(1997): Estrategia Ambiental Nacional. Ciudad de La Habana 27pp.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1- Barzetti, Valerie (1993): Parques y Progreso. Areas Protegidas y Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe. IV Congreso Mundial de Parques y Areas Protegidas. Caracas, Venezuela. UICN, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C. 320 pp.
- 2- Bucek, A., L. González Otero, M. Arcia Rodríguez y MC Martínez Hernández (1989): Aseguramiento territorial de la estabilidad ecológica y sus condiciones en Cuba. En Unidad Hombre - Naturaleza. Editora Academia. La Habana. pp 9 - 24.
- 3- Department of Regional Development, Executive Secretariat of Economic and Social Affairs General Secretariat, Organization of American States (1988): Inventory of Caribbean Marine and Coastal Protected Areas. National Park Service. U.S. Department of the Interior. Washington, D.C., 275 pp.
- 4- Instituto de Geodesia y Cartografía (1978): Atlas de Cuba: XX Aniversario del Triunfo de la Revolución Cubana. ICGC. La Habana, 143 pp.
- 5- Instituto de Geografía Tropical (1995): Atlas de Medio Ambiente del Caribe, Map - Sig Consulting, S.A. Madrid. 217 pp.
- 6- IUCN Commission on National Parks and Protected Areas with the assistance of the

- World Conservation Monitoring Centre. (1994): Directrices para las Categorías de Manejo de Areas Protegidas. Gland, Suiza. 259 pp.
- 7- González, L (1991): La utilización del enfoque geosistémico en la investigación geográfica del medio ambiente cubano. Ed. Academia, La Habana, 24 p.
  - 8- Mac Kinnon, J. y K. Mac Kinnon (1990): Manejo de Areas Protegidas en los Trópicos. UICN/PNUMA. Gland, Suiza, 314 pp.
  - 9- Martínez Hernández, M.C. (1985): Evaluación como biocentros de las áreas protegidas cubanas. (inédito) II Jornada Nacional de Medio Ambiente. Santa Clara. 12 pp.
  - 10- Martínez Hernández, M. C. y Jan Lacina (1994): Esqueleto territorial de estabilidad ecológica del paisaje en el modelo regional Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Memorias IV Congreso de Geógrafos de América Latina y del Caribe, Venezuela. pp 263-273.
  - 11- ----- et al (1997): Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para el análisis ambiental (inédito). Agencia de Medio Ambiente. La Habana.
  - 12- Martínez Zorrilla, Augusto (1997): Conservación y manejo en áreas protegidas en Cuba. (inédito) Conferencia del Curso de Gestión Ambiental. Agencia de Medio Ambiente. La Habana. 20 pp.
  - 13- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1979): 2da edn. Caracas, 331 pp.
  - 14- Ormazabal, C. (1988): Sistemas Nacionales de Areas Silvestres Protegidas en América Latina. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 205 pp.
  - 15- Putney, Allen (1995): Las áreas protegidas del Caribe (inédito), Instituto de Recursos Naturales del Caribe. Islas Vírgenes. 30 pp.
  - 16- Quintana Orovio, M. (1994): Sección VII, Aguas terrestres y marinas. En: Atlas de Medio Ambiente y del Caribe. pp 141-154.
  - 17- Seguinot Barbosa, J. (1994): Globalización derecho y medio ambiente en el Caribe contemporáneo. En: Geografía, Ecología y Derecho de Puerto Rico y el Caribe . First Book Publishinh and Puerto Rico. Pp 3-18.
  - 18- The Wordl Conservation Monitoring Centre (1992): Protected Areas of the World. A review of national Systems (Nearctic and Neotropical) IVth World Congress on National Parks and Protected Areas, Caracas, Venezuela. UICN. Caracas, Memory. Vol 4, 459 pp.
  - 19- Ugalde, A. y G. C. Godoy (1992): Centroamérica. Regional Reviews. IVth World Congress on National Parks and Protected Areas, Caracas, Venezuela. UICN. 13.1 -

13.26 pp.

- 20- UNEP Caribbean Environment Programme United Nations Environment Programme. (1996): Status of Protected Area Systems in the Wider Caribbean. CEP Technical Report No. 36. 428 pp.

### **BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS**

- Caldwell, Lynton K. (1996): Ecología, ciencia y política medioambiental. McGraw-Hill. México. 251 pp.
- FAO (1996): Sostenibilidad de la agricultura urbana (Recuadro 3). En: El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1996. Col. FAO: Agricultura. No. 29, pp 55-56.
- Panayotou, T. (1994): Ecología, medio ambiente y desarrollo. Debate crecimiento versus conservación. (tr. A.C. González Ruiz). Ediciones Gemika. México. 217 pp.
- Introducción a la economía del turismo en España. A. Pedreño (Director) y V. Monfort (Coordinador). Editorial Civitas S.A., 1996, 438 pp.