

**Agencia de Medio Ambiente
Instituto de Geografía Tropical**

Programa Ramal Científico Técnico
“Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano”

Proyecto 30-111:

“Valoración económica de afectaciones ambientales a recursos naturales seleccionados en sectores de la cuenca del río Guanabo, provincia Ciudad de La Habana”

Segundo Resultado Parcial:

Valoración económica de afectaciones ambientales a recursos naturales seleccionados en sectores de la cuenca del río Guanabo, provincia Ciudad de La Habana

Autores:

Instituto de Geografía Tropical

- Dra. Odil Durán Zarabozo
- MsC. Raúl A. Rangel Cura
- MsC. María del Carmen Martínez Hernández
- MsC. Miguel Sánchez Celada
- MsC. Marisela Quintana Orovio
- MsC. Danai Fernández Pérez
- MsC. Ana N. Abraham Alonso

Instituto de Ecología y Sistemática

- Dr. Pedro Herrera Oliver
- Dra. Daysi Vilamajó Alberdi
- MsC. Hakna Ferro Azcona

ISPJAE

- Dra. Gloria Gómez País

La Habana, Junio de 2010
Instituto de Geografía Tropical



INDICE

INTRODUCCION	1-4
CAPITULO 1. ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES	5-22
1.1 Objeto de trabajo y unidades de análisis	6-8
1.2 Marco conceptual	8-12
1.3 Métodos de obtención de información y análisis	12-20
1.3.1 Métodos generales para la investigación científica	12-15
1.3.2 Métodos específicos para la valoración económica de las afectaciones ambientales	15-20
1.4 Procedimiento metodológico para la valoración económica de las afectaciones ambientales	20-22
CAPITULO 2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES EN LA RESERVA ECOLÓGICA “LA COCA”	23-29
2.1 Importancia económica de los recursos naturales de la Reserva Ecológica “La Coca”	23-24
2.2 Valoración económica de las afectaciones ambientales en la Reserva Ecológica “La Coca”	24-29
2.2.1 Resultados de la valoración económica de afectaciones ambientales en la Reserva Ecológica “La Coca”	26-27
2.2.2 Consideraciones teórico-prácticas sobre algunas afectaciones ambientales de la Reserva Ecológica “La Coca” no valoradas económicamente	27-29
2.3 Propuesta de acciones para el manejo de los recursos en la Reserva Ecológica “La Coca”	29
CAPÍTULO 3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES EN LA FRANJA HIDRORREGULADORA DE LA CORRIENTE PRINCIPAL DEL RÍO GUANABO	30-37
3.1 Importancia económica de los recursos naturales de la franja hidrorreguladora	30-31
3.2 Valoración económica de las afectaciones ambientales en la franja hidrorreguladora	31-37
3.2.1 Resultados de la valoración económica de afectaciones ambientales en la franja hidrorreguladora	31-34
3.2.2 Consideraciones teórico-prácticas sobre algunas afectaciones ambientales de la franja hidrorreguladora no valoradas económicamente	35-37
3.3 Propuesta de acciones para el manejo de los recursos en la franja hidrorreguladora	37
CAPÍTULO 4. VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES EN LA ZONA DE CARSO LITORAL	38-48
4.1 Importancia económica de los recursos naturales de la zona de carso litoral	38-39
4.2 Valoración económica de las afectaciones ambientales en la zona de carso litoral	40-47
4.2.1 Resultados de la valoración económica de afectaciones ambientales en la zona de carso litoral	40-42
4.2.2 Consideraciones teórico-prácticas sobre algunas afectaciones ambientales de la zona de carso litoral no valoradas económicamente	42-47
4.3 Propuesta de acciones para el manejo de los recursos en la zona de carso litoral	47-48
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51-54
ANEXOS	55-72

INTRODUCCIÓN

Desde hace ya más de quince años, en la Cumbre la Tierra se abogó por alcanzar un desarrollo sostenible ante la amenaza inminente de los problemas ambientales sobre la sociedad, los cuales se habían acumulado y agudizado tras siglos de explotación indiscriminada de los recursos naturales por parte del propio hombre. En aquel momento se tomaron importantes acuerdos tanto a nivel gubernamental como de instituciones sin fines de lucro y de la sociedad civil en general, que impulsaron de manera vertiginosa nuevas estrategias y acciones con el fin de alcanzar dicho objetivo. Por su parte, la ciencia y la tecnología no se quedaban atrás, e independientemente de las diferencias de enfoques (siempre existentes), existía una serie de propuestas que permitían asumir bajo una racionalidad teórico-práctica las acciones necesarias, de manera que existiese ese importante vínculo que muchas veces se pierde, entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Uno de los enfoques que se venía desarrollando con fuerza y que parecía ofrecer esperanzas en el ámbito económico-ambiental, era la *Economía de los Recursos Naturales*, que en un principio centró sus esfuerzos en el problema de la contaminación y sus afectaciones a la salud humana, y que luego devino en la *Economía Ambiental*, la cual ha ampliado su alcance también a aspectos como el empleo sostenible de los recursos, la *contabilidad verde* y la *internalización* de los costos ambientales dentro de la gestión económica tradicional. La mayor identificación con esta y otras nuevas ramas de la economía que venía emergiendo, como es el caso de la *Economía Ecológica*, representó un importante punto de giro en la conciencia ambiental de una ciencia económica ya establecida, que hasta el momento trataba de “asegurar la solvencia de sus bases teóricas ignorando el contexto físico en el que se inscribía su sistema y manteniendo la separación entre lo económico y lo físico” (Naredo, 1996); aunque cabe señalar que, “con todo, incluir la información sobre los “costes sombra” de reposición de los recursos naturales en el cálculo económico es condición necesaria, pero no suficiente, para alterar los mecanismos que en la sociedad actual apuntan hacia el deterioro ecológico y la polarización social crecientes” (Naredo, 2000).

Sin embargo, en la práctica, los enfoques y estrategias que en 1992 prometían dar respuesta a la problemática ambiental imperante, han ralentizado su impacto y abierto una brecha de incertidumbre, que en algunos casos, hace pensar en la imposibilidad real de concretar dichas ideas. Es precisamente en el ámbito de la ciencia económica, donde se hace evidente esta situación ante los diversos argumentos en pro o en contra del instrumental teórico-metodológico desarrollado hasta el momento, y de lo que conceptualmente éste sea capaz de contribuir en la búsqueda de la sostenibilidad. Aún así, el debate científico no se ha radicalizado hacia la no concreción de la llamada contabilidad medioambiental, es decir, no se niega la necesidad de tener en cuenta el agotamiento y depreciación de los stocks de recursos naturales desde el punto de vista macroeconómico, y por tanto del capital natural, lo que deja entrever la necesidad de seguir profundizando en la investigación y el desarrollo de nuevos estudios.

En Cuba, esta temática se encuentra igualmente presente y varios son los autores e instituciones que se han pronunciado al respecto, pudiéndose citar entre otros, los trabajos desarrollados por Abella (2005) del Ministerio de Economía y Planificación, y por Allegue (2005), perteneciente a la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana, ambos con propuestas concretas en cuanto a la manera de incorporar el uso y conservación del capital natural dentro del Sistema de Cuentas Nacionales del país; lo cual da fe de los esfuerzos que actualmente se llevan a cabo.

Desde el punto de vista de las estrategias de política, se han vertido criterios sobre el tema, como por ejemplo los expresados por Garrido (2003) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, o en la propia Estrategia Ambiental Nacional 2007/2010, con enfoques que confluyen hacia la aplicación de determinados instrumentos o mecanismos económicos que apunten a la conservación y el uso racional de los recursos naturales a diferentes escalas territoriales.

También resulta necesario reconocer en el campo de la valoración económica de los recursos naturales y sus funciones ambientales, una serie de investigaciones llevadas a cabo por investigadores y docentes de varios centros de investigación y universidades del país, que si bien detallarlas sería algo extenso, sí se pudiera acotar que éstas han estado encaminadas a la identificación, aplicación y adaptación de los diferentes enfoques existentes en el marco de la relación economía-medio ambiente a la realidad concreta del territorio cubano, lo que resulta de por sí algo meritorio ante la necesidad de realizar estudios que levanten información de base y establezcan las pautas para en un futuro incorporar a la gestión económica, la tan necesaria perspectiva ambiental.

Teniendo en cuenta entonces la necesidad existente tanto a nivel internacional como nacional, de realizar investigaciones que profundicen en la importancia de emplear racionalmente y conservar el capital natural de cada país en función del bienestar de las actuales y futuras generaciones, así como de brindar la información necesaria para la inclusión de los stocks de los recursos naturales y su depreciación dentro del Sistema de Cuentas Nacionales, e incorporar por tanto a la política económica del país el valor económico de dichos recursos; el Instituto de Geografía Tropical se ha dado a la tarea, desde hace ya varios años, de desarrollar como línea de investigación, la de la valoración económica de los recursos naturales, específicamente en cuencas hidrográficas, para lo cual se han convocado y consultado a diferentes especialistas con diversas formaciones, de manera que se lograra un trabajo multidisciplinario que contribuya al perfeccionamiento y adaptación de las diferentes herramientas disponibles para la valoración económica del medio ambiente, al contexto y realidad del país.

Es de esta manera que surge en enero de 2009 el presente proyecto, denominado *“Valoración económica de afectaciones ambientales a recursos naturales seleccionados en sectores de la cuenca del río Guanabo”*, el cual aglutina parte de las experiencias anteriores desarrolladas en torno a esta temática por el Instituto de Geografía Tropical y otras entidades co-participantes; y que ante las propias necesidades del proceso de investigación que fueron surgiendo durante el trabajo, da continuidad al resultado obtenido en el período 2005-2007 por un colectivo de autores del Instituto de Geografía Tropical, el Instituto de Ecología y Sistemática y el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”, que se tituló *“Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la Cuenca del Río*

Guanabo”, lo que ha permitido al IGT seguir desarrollando los enfoques de economía y medio ambiente y profundizar aún más en la problemática ambiental que se suscita en el área de estudio escogida.

En base a estas experiencias, esta investigación se ha propuesto los siguientes objetivos de trabajo:

Objetivo General:

- Valorar económicamente las afectaciones ambientales de los recursos naturales seleccionados para coadyuvar a la toma de decisiones a favor del uso sostenible y la preservación del entorno en sectores de la cuenca del río Guanabo.

Objetivos Específicos:

1. Identificar y evaluar las afectaciones ambientales a los recursos naturales seleccionados, según metodologías de Estudio de Impacto Ambiental, para conocer su grado de deterioro en sectores de la cuenca del río Guanabo.
2. Valorar económicamente las acciones factibles a desarrollar a favor del uso sostenible, la mitigación de los daños y la preservación del entorno.

Si bien en este proyecto se retoman varios de los resultados alcanzados anteriormente, fue necesario hacer un levantamiento de nueva información. El mismo consta de dos resultados parciales, uno primero, ya presentado en el Consejo de Expertos de la Agencia de Medio Ambiente, dedicado a la identificación, evaluación y jerarquización de las afectaciones ambientales en áreas seleccionadas de acuerdo a su nivel de importancia; y un segundo resultado parcial, que es el que se presenta en este informe, donde se valoraron económicamente las afectaciones ambientales cuyo nivel de importancia fue evaluado en el resultado anterior como de alto o medio, teniendo en cuenta además, la disponibilidad de datos que se ajustasen a los métodos de valoración económica identificados en la literatura, para finalmente realizar recomendaciones enfocadas al uso y conservación de los recursos presentes en esta cuenca teniendo en cuenta la necesaria confluencia de criterios de tipo económico y ambiental.

En este sentido, el analizar los resultados dentro del contexto socioeconómico y ambiental concreto del país y su dinámica en el tiempo, permitió al equipo de trabajo constatar, que aún cuando exista una voluntad gubernamental expresa de promover y el uso sostenible y la conservación de los recursos naturales y sus funciones ambientales, ésta no ha logrado concretarse de manera efectiva en el área de estudio escogida, existiendo aún conflictos en el manejo de espacios ecológicamente sensibles de alto endemismo como la Reserva Ecológica “La Coca”, o en áreas más extensas pero igualmente sujetas a una fuerte presión antrópica como la franja hidrorreguladora de la corriente principal del río Guanabo o la zona del carso litoral, donde independientemente de sus características socioeconómicas y ambientales particulares, la explotación desmedida de sus recursos ha ocasionado la pérdida casi irreversible de la calidad ambiental de los mismos, lo que a la postre afecta al bienestar de la población, a la salud del ecosistema y por tanto a la gestión sostenible de los recursos de la cuenca.

Por otra parte, durante el año de trabajo transcurrido para la confección del presente resultado, el equipo desarrolló varias acciones que generaron diferentes tipos de impactos y que se relacionan seguidamente:

Impacto científico:

- Se identificaron métodos y procederes viables de aplicar a la valoración económica de afectaciones ambientales para las diferentes áreas de estudio escogidas.
- Se presentó la ponencia “Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en sectores de la cuenca del río Guanabo”, en el Taller Comunitario “Medio Ambiente y Comunidad” organizado por el Museo Municipal de la Habana del Este; en la Primera Jornada del “GIS Day” organizada por el IGT; y en las IV Jornadas de la Asociación Argentino Uruguaya de Economía Ecológica, celebradas en San Miguel, Argentina.

Impacto ambiental:

- Se profundizó en los vínculos entre deterioro ambiental y desarrollo económico, a partir del estudio de las afectaciones ambientales en el contexto de las acciones antrópicas que las generaron.
- Se formularon propuestas para la mitigación de las afectaciones ambientales identificadas o la recuperación de los recursos naturales afectados, que pudieran contribuir en el marco de las políticas ambientales a nivel territorial, al uso racional y la conservación de los recursos naturales.

Impacto educativo:

- Se difundieron y socializaron parte de los resultados de la investigación ante actores locales y residentes de la comunidad, durante la celebración de un taller comunitario en la localidad.
- Varios de sus miembros recibieron capacitación en torno a la temática de la valoración económica del recurso agua, a partir de asistir a un curso sobre gestión del agua organizado por la ANEC Nacional e impartido por una profesora de la Universidad de Alicante.

Impacto económico:

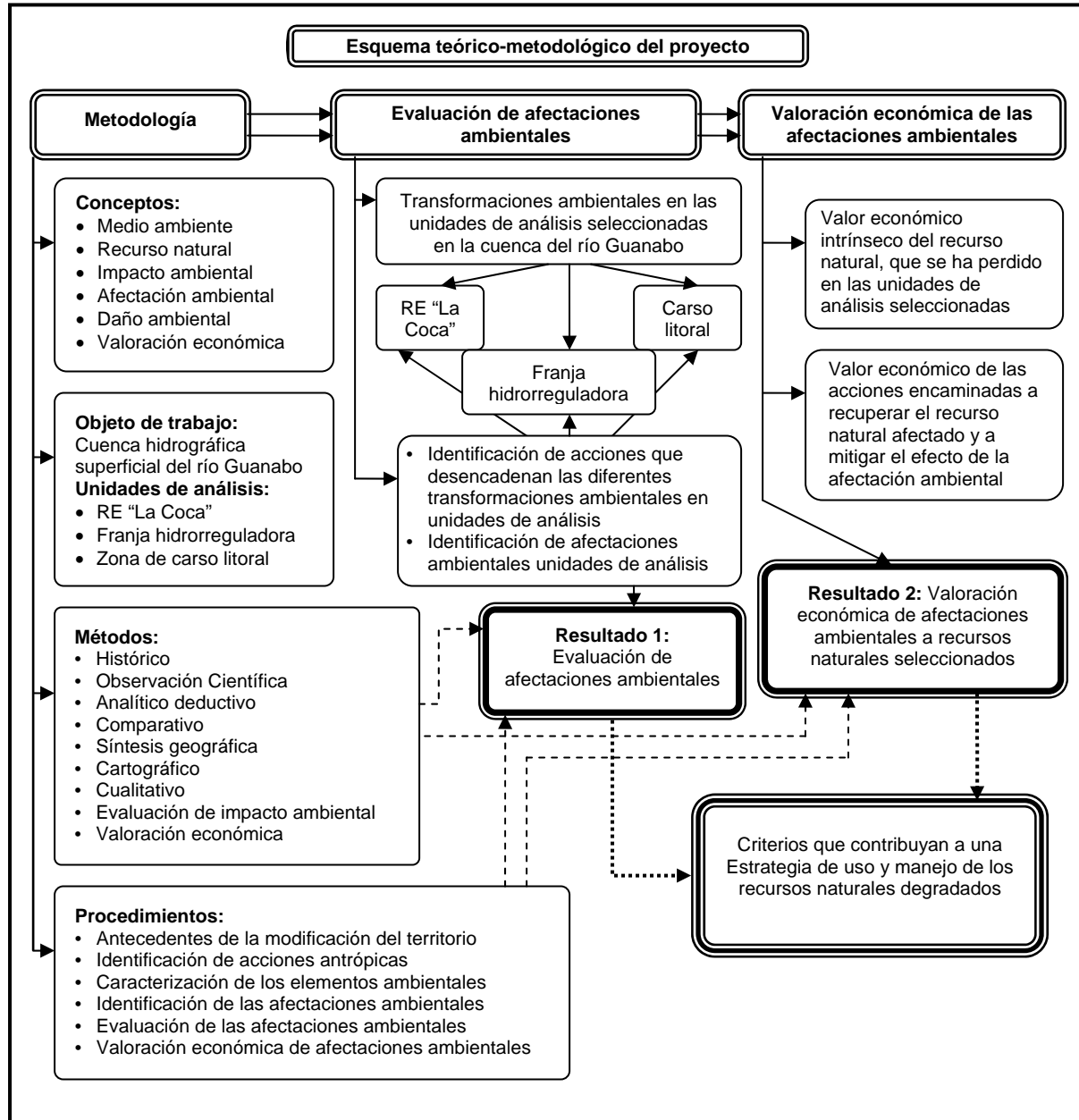
- Se logró determinar el valor económico algunas de las afectaciones ambientales identificadas en las áreas de estudio seleccionadas dentro de la cuenca del río Guanabo.
- Se identificaron las herramientas económicas necesarias para la valoración de las afectaciones ambientales identificadas.

Respecto a estos impactos alcanzados, sólo aclarar que si bien reflejan el esfuerzo del equipo de trabajo, también se reconoce que pudieran tener un mayor alcance y repercusión dentro de la política ambiental, económica y social del país, en la medida en que exista la voluntad a esas instancias, de incorporar los resultados obtenidos a las estrategias de desarrollo a nivel local y sectorial, con especial interés en la cuenca objeto de estudio, de manera que se logró cerrar el ciclo de la investigación científica, con la concreción de acciones a favor del uso y conservación de los recursos naturales, y por tanto del bienestar de las generaciones presentes y futuras.

CAPITULO 1. ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES

En este capítulo, se abordan los aspectos conceptuales relacionados de manera general con la relación economía-medio ambiente, y de manera específica con la valoración económica de afectaciones ambientales. Para ello se siguió el esquema teórico-metodológico del proyecto (Figura 1), que como se puede apreciar, varios de los aspectos tratados en este resultado se mantienen desde el inicio del proyecto, como es el caso de la cuenca como objeto de trabajo, y dentro de ésta, las áreas de estudio escogidas, además de algunos conceptos, métodos y procedimientos.

Fig. 1. Esquema teórico-metodológico del proyecto



Fuente: Elaborado por los autores (2009)

Algo que adicionalmente se debe reconocer en este resultado con respecto al que le antecedió, titulado "Evaluación de las afectaciones ambientales a recursos naturales seleccionados en sectores de la

cuenca del río Guanabo”, es el hecho de que, además de partir de los resultados obtenidos en el mismo, retoma el tema de la valoración económica del medio ambiente abordado en el proyecto “Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la cuenca del río Guanabo”, al cual da continuidad temática, tanto en lo referente a los aspectos teóricos vinculados con la relación economía-medio ambiente, como en lo que respecta a la problemática ambiental y el estado de los recursos en la cuenca objeto de estudio.

1.1 Objeto de trabajo y unidades de análisis

Tal y como se define en el esquema metodológico de la investigación, en el trabajo se seleccionó como objeto de trabajo la cuenca hidrográfica superficial del río Guanabo, mientras que las unidades de análisis lo constituyen tres áreas de estudio que abarcan diferentes secciones de la cuenca, las cuales se detallan con posterioridad en este mismo epígrafe.

Desde el punto de vista conceptual, una cuenca hidrográfica puede definirse como:

(...) una unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. (<http://educacionambiental.conaf.cl>).

Sin embargo, para el estudio de la cuenca del río Guanabo, se tomó la siguiente definición de cuenca hidrográfica, que fue la que se empleó en el proyecto que le antecedió:

La cuenca es una unidad espacial definida, con límites concretos y una unidad geosistémica cierta, con procesos de intercambio de energía y sustancia, procesos degradantes y factores de integridad geográfica (Durán et al., 2006).

Unidades de análisis

En el caso específico de esta cuenca, debido a su extensión y diversidad de recursos naturales, unido a las limitaciones económicas y financieras para ejecutar la investigación, se hizo necesario restringir el estudio a aquellos recursos naturales más significativos y factibles de obtener información. Así, a partir de las características físico-geográficas y socioeconómicas presentes en la misma y atendiendo a su nivel de significación, se seleccionaron tres áreas de estudio donde estos recursos tienen un rol predominante. Las zonas escogidas fueron:

- Reserva Ecológica “La Coca”, que comprende el área de la Reserva Ecológica “La Coca” que circunda al embalse de igual nombre. Se encuentra en el tercio superior de la cuenca bordeando dicho embalse.
- Franja hidrorreguladora de la corriente principal del río Guanabo, que comprende el área enmarcada entre las márgenes del río Guanabo y los 15 metros a partir de éstas, según se establece en la Norma Cubana NC-23:99 “Franja forestal de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales”.
- Zona del carso litoral, que se extiende desde la franja costera hasta la primera terraza.

El que se hayan seleccionado estas tres áreas en función de sus recursos más significativos no quiere decir que se desestimen el resto de los recursos naturales presentes en la cuenca, sino que el mayor énfasis de los análisis relacionados con las afectaciones ambientales recae precisamente en dichos recursos.

A continuación se detallan los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de cada una de las áreas de estudio seleccionadas y que permiten distinguirlas dentro de la cuenca:

Reserva Ecológica (RE) "La Coca"

En la Reserva Ecológica "La Coca" existen los más importantes y mejor conservados cuabales del territorio occidental, agrupados en cuatro núcleos que se distribuyen en una extensión de 1.200 ha y que presentan una gran diversidad florística con más de 250 especies reportadas sólo para el sector de la Loma de la Coca, de las cuales 55 son endémicas; existen dos endémicos locales (*Pectis havanensis* y *Wedelia serrata multidentata*); también aparecen una serie de taxones cuyo areal de distribución es muy restringido, ejemplo de ello es *Guapira obtusata* var. *brachycarpa*; además se encuentran presentes cuatro especies reportadas en peligro de extinción: *Pectis havanensis*, *Indigofera cubensis*, *Laeliopsis cubensis* y *Leucocroton moncadae* (Borhidi y Muñiz, 1983).

A estos valores se le agregan los de la fauna, con la más importante población de jutía conga de la provincia y más de 40 especies de aves reportadas hasta el momento, entre las que sobresalen la cartacuba, el carpintero verde y el negrito, entre otros. También existe una notable comunidad de invertebrados, en su mayoría insectos con grupos muy abundantes como es el caso de las mariposas.

El mosaico de paisajes de la Reserva Ecológica, está enmarcado bajo el escenario de las alturas cársicas de Jaruco - Tapaste, complementan valores de diversidad intrínseca, a los que se suma la red fluvial que tributa al embalse La Coca, una de las fuentes de agua del asentamiento Guanabo. Desde el punto de vista de la protección tenemos que un sector de la misma fue propuesto como reserva natural (Loma de la Coca) desde 1973, aunque aún no ha sido declarado como área protegida por el Comité Ejecutivo del Consejo de Estado. Junto a esto también se encuentran recursos culturales e históricos de significación como las ruinas de los baños medicinales "El Boticario", famoso balneario de la segunda mitad del siglo XIX o el sitio donde cayera en combate el 27 de enero de 1898 el coronel del ejército libertador Néstor Aranguren.

Franja hidrorreguladora de la corriente principal del río Guanabo

Para evaluar otra de las manifestaciones del recurso vegetación en el territorio objeto de estudio se determinó seleccionar el bosque en galería (bosque ripario) presente en la franja hidrorreguladora de la corriente principal del río Guanabo, ya que estos constituyen una parte esencial de los ecosistemas fluviales, en tanto que conforman una zona de transición entre el medio acuático y el terrestre. En tal situación experimentan una influencia dual de orden hidrológico, al recibir captaciones de ambos medios. Si bien en ello radica una de las mayores riquezas de dichos espacios, su dotación de sustancia y energía los hacen más valiosos y utilizados en actividades humanas con usos más diversos, entre los que la agricultura resalta de forma especial.

Se estimó necesario el estudio de la franja hidrorreguladora ya que ésta es el espacio geográfico que discurre por las inmediaciones de los cuerpos de agua (ríos, lagos, embalses), constituyéndose en una zona transicional de protección de los recursos naturales. *Tiene como referente en el orden natural al bosque en galería (para el caso de ríos y lagos), que puede ser de composición variable según contexto* (ONN, 1993).

Desde hace ya varios años, esta franja se ha visto sometida a una explotación indiscriminada de sus recursos por la acción humana, lo que ha propiciado la fragmentación y destrucción de los bosques riparios, con lo cual, además de dicha pérdida, se han ocasionado de modo concomitante otras de connotación, como la erosión en cauces, la laminar y la sedimentación de los cuerpos de agua, entre otras. Este conjunto de afectaciones ambientales concurre en un daño fundamental que es la alteración negativa del balance hídrico.

Zona de carso litoral

En la zona de carso litoral se encuentra el asentamiento poblacional Guanabo, hacia donde drenan todas las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca que a su paso trasladan la contaminación de las fuentes existentes aguas arriba. A esto se le añade la existencia de fosas y pozos de agua de uso doméstico, cada vez más numerosos y que en la actualidad pueden representar un peligro para la población residente. Además, la salinización de las aguas en la zona residencial por el posible

desplazamiento de la interfase agua dulce y agua salada en el manto freático, constituye un problema crítico para los consumidores de agua del lugar.

Además, en dicha área, existe una intensa actividad turística en la temporada de verano, asociada al turismo de sol y playa, aspecto que aunque no está directamente condicionado por la presencia del carso, sí recibe una fuerte influencia de todos los procesos y acciones que en él se desarrollen, incidiendo en el costo de vida de la población residente y la que decide veranear.

En estos acuíferos carbonatados litorales, existe un equilibrio dinámico entre el agua dulce que drena al mar a través de los conductos cárnicos y el agua marina que penetra en el acuífero por los mismos conductos, con mayor extensión en los períodos secos, así como de mayor explotación del acuífero para el abasto a la población o la agricultura, en los cuales la presión hidrostática se deprime. En los períodos lluviosos y de menor explotación la presión hidrostática es mayor y se limita la entrada del agua marina.

Por otra parte, en la zona de mezcla agua dulce-agua de mar se ponen en contacto dos fases químico-físicas muy diferentes en cuanto a su composición química, mineralización, densidad, pH, temperatura y contenido de gases disueltos. En dependencia del grado de mezcla, la litología del acuífero y otras condiciones específicas, ocurren interacciones más o menos intensas y complejas, que producen cambios en la permeabilidad de las rocas, así como en la geomorfología de la región. *En las regiones compuestas principalmente por rocas solubles, se encuentra una importante reserva de agua: las aguas cárnicas, las cuales se mueven a través de una extensa red de conductos subterráneos desarrollados fundamentalmente en rocas calizas.* (Llopis, 1970)

Así, teniendo en cuenta tanto las características físico geográficas de esta área, así como la dinámica socioeconómica que en ella se da, es que se escogió esta zona para el estudio del recurso agua, dada la importancia que reviste el carso litoral cuya región engloba, espacial y temporalmente, conjuntos de formas que cumplen una determinada función hidrológica.

1.2 Marco conceptual

Desde un punto de vista económico las cuencas hidrográficas entregan grandes beneficios a la sociedad, los cuales se originan a partir de una serie de funciones ambientales atribuibles a los recursos naturales y ecosistemas presentes en ésta. En años recientes, se le ha dado una mayor atención a la importancia económica de los beneficios sin valor de mercado que dichos recursos generan, logrando crear una mayor conciencia en los diferentes actores involucrados en el manejo de los mismos, propiciando además, que se creen escenarios que promuevan el aprovechamiento racional de estos beneficios sin menoscabar sus potencialidades ecológicas y ambientales a largo plazo.

Estos beneficios sin valor de mercado son muy importantes a la hora de cuantificar los impactos de los programas de manejo de cuencas hidrográficas, y son principalmente cuatro (CONAF, 1997):

- protección contra la erosión;
- control de los flujos de agua;
- control de la sedimentación; y
- mantenimiento de la diversidad biológica.

En este sentido, es importante tener en cuenta que al referirnos a beneficios económicos de las cuencas hidrográficas, no lo hacemos en el sentido pecuniario del término como generalmente suele entenderse, más bien nos enfocamos en toda una serie de manifestaciones biofísicas y químicas que se dan asociadas a las funciones ambientales que generan los recursos naturales, las que pueden o no poseer un valor económico instrumental concreto, o sea, monetario, pero que, en última instancia, son las que permiten mantener la salud y el equilibrio de los ecosistemas, y por tanto ejercen un papel importante como base fundamental de los niveles de bienestar de la sociedad que se deriven de la apropiación humana de los recursos naturales.

Varios son los argumentos que justifican se lleve a cabo un manejo adecuado de los recursos naturales presentes en una cuenca, los que a su vez pueden tener un carácter eminentemente conservacionista, o pudieran también expresarse en términos de los usos o destinos socioeconómicos que se le da a los recursos. Así, por ejemplo, la degradación del suelo producto de cambios en el uso de la tierra y la cobertura forestal, reduce rápidamente el valor productivo de las tierras forestales, frecuentemente de forma irreversible. Actividades productivas aguas abajo, como por ejemplo proyectos de riego, se ven afectados de forma negativa por la sedimentación que resulta de cambios en el uso de la tierra en las partes altas. También los cambios físico-químicos que experimenta el agua ante la acción de elementos contaminantes provenientes de vertimientos de residuales directamente a las aguas de los ríos, provoca generalmente afectaciones a los hábitat de especies acuáticas de interés para la pesca y en dependencia de los niveles de concentración de las sustancias contaminantes, genera enfermedades a las personas que utilizan dichas aguas para el consumo o la recreación.

Por lo tanto, cualquier consideración del valor económico de acciones dirigidas para la protección de cuencas hidrográficas, deberá examinar las interrelaciones entre los componentes de conservación del suelo, el agua y la vegetación, e incorporar la contribución de dicha conservación a la producción de otros bienes y servicios, tales como los productos forestales aptos y no aptos para madera, el ecoturismo, la captura o retención de carbono, y los beneficios de la biodiversidad, entre otras funciones ambientales.

Por su parte, los fundamentos teóricos que justifican la realización de estudios en torno al valor económico de los recursos naturales y de los impactos ambientales, provienen fundamentalmente de la *economía ambiental*, disciplina que surge dentro el marco teórico de la escuela neoclásica entre las décadas de 1950 y 1960, como resultado de los problemas de contaminación en países industrializados, de ahí que sus planteamientos oscilen en torno a la utilización de los instrumentos de mercado como elemento articulador del análisis.

La esencia de la ***economía ambiental*** radica en demostrar la importancia económica de la degradación ambiental, precisar las causas económicas de este fenómeno y diseñar los incentivos económicos para atenuar, detener y hacer reversible la degradación. En las interrelaciones medio ambiente-economía, los efectos de la degradación se perciben como una pérdida de bienestar, por lo que esta disciplina busca crear nuevos mercados para solucionar estos problemas. También se ocupa del medio ambiente en tres sentidos, que son:

- como fuente de recursos naturales;
- como fuente de servicios ambientales y
- como asimilador de desechos.

Según Lomas et. al. (2005), *existe una serie de bienes y servicios generados por los ecosistemas que no son reconocidos en los sistemas de mercado, por lo que no tienen precio, y que son los denominados bienes públicos, a los que se considera externalidades ambientales, es decir, efectos indirectos de una actividad de producción y/o consumo sobre la función de utilidad (positivos o negativos)*. Es por ello que, ante la no consideración de dichas externalidades dentro del análisis económico tradicional, lo que se persiga sea, la extensión del mismo a la cuantificación de dichas externalidades ambientales generadas en el proceso económico, para incorporarlas luego al Producto Interno Bruto del país a través de la contabilidad nacional, a la vez que se internalicen en las decisiones tomadas en el ámbito del mercado.

Para conseguirlo utiliza toda una serie de vías indirectas, como la creación de mercados hipotéticos que fijen los precios. Existen dos grandes bloques de métodos: los denominados métodos de *preferencia revelada* (que emplean datos indirectos de mercados relacionados con el del bien a valorar, generando unos precios de mercados sustitutos, como son los métodos de “Coste de Viaje” o los “Precios Hedónicos”), o los de *preferencia hipotética* (simulando el comportamiento del mercado a través de encuestas, como los métodos de “Valoración Contingente”), los cuales se describen más adelante en este capítulo.

Si retomamos estas consideraciones teóricas en torno a la economía ambiental y la valoración económica de los recursos naturales, en el marco de la problemática ambiental en cuencas hidrográficas, podemos

argumentar que muchos de los beneficios derivados del manejo de cuencas son considerados como *bienes públicos*, ya que no excluyen a nadie de su consumo y son provistos de manera gratuita por el sistema natural. Por otro lado, estos beneficios están sujetos igualmente a cambios o variaciones espacio-temporales en su calidad ambiental producto de su interacción con el sistema socioeconómico, por lo que serían entonces considerados como *externalidades* en el sentido antes enunciado.

Los ejemplos más comunes de externalidad son los de los productores sobre los consumidores, que incluyen los efectos de la contaminación industrial sobre el medio natural, el agotamiento de los recursos naturales y la modificación la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Existen también casos de externalidades causadas por productores sobre otros productores (por ejemplo, la contaminación de los ríos que evita las posibilidades de pesca). Si bien las externalidades que más preocupan son negativas, pueden darse casos en que las acciones de un agente económico sean beneficiosas para otro.

Por tanto, al referirnos a estas externalidades negativas, debemos tener en cuenta diferentes definiciones implícitas en el tema, de manera que se ajusten al objeto de estudio y objetivos del proyecto, y que seguidamente se enuncian:

Daño ambiental: *pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica (Ley No. 81/97 del Medio Ambiente de Cuba).*

Afectación ambiental: *pérdida, menoscabo o modificación negativa de las condiciones químicas, físicas o biológicas de los ecosistemas, que afecten los recursos naturales o la biodiversidad, el paisaje, el suelo, el subsuelo, el agua, el aire, o el desarrollo del hombre y demás seres vivos (Ley de la Responsabilidad Civil por daño y deterioro ambiental del Estado de Tabasco).*

Impacto ambiental: *variación que experimenta la calidad del medio ambiente, que se manifiesta en efectos sobre la salud humana, la productividad económica, y la biodiversidad. Estos pueden ser positivos o negativos, los últimos producen daño ambiental y los primeros son beneficios en el medio ambiente (Gómez Orea, 1992).*

Tal y como se aclaró en el capítulo de aspecto teórico-metodológicos del resultado anterior, es necesario recordar que los conceptos de impacto y afectación ambiental tienen un significado similar, y que de hecho, resulta habitual que en diferentes ámbitos, tanto científicos como de debate en general, se emplean indistintamente. No obstante, existen ciertas diferencias conceptuales entre ambos, de ahí que se considere necesario hacer las distinciones pertinentes.

El término *impacto ambiental* se emplea generalmente, tanto a nivel internacional como nacional, en Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que se realizan previo a la ejecución de nuevos proyectos de inversión, donde por lo general se acompañan con estudios de factibilidad económica. En este caso, el término *impacto ambiental* hace referencia al daño que se espera se produzca durante las diferentes fases de dicho proyecto, por lo que siempre existe cierta incertidumbre en cuanto a las perturbaciones “reales” que ocurrirán sobre los diferentes componentes del medio ambiente con respecto a las “esperadas”. Además, en el término impacto están implícitos lo mismo cambios de tipo positivo como negativo en la calidad ambiental de los componentes que se evalúen.

Por su parte, el término *afectación ambiental*, se emplea por lo general en estudios ambientales relacionados con eventos ya acontecidos o que tratan la situación actual que desde el punto de vista ambiental presenta un territorio, ecosistema o espacio físico geográfico determinado. A diferencia del impacto ambiental, la afectación se remite sólo a los daños o las perturbaciones negativas sobre el funcionamiento o estado de determinado componente del medio ambiente.

Al analizar la definición de afectación ambiental antes mencionada en el marco teórico de la relación economía-medio ambiente, pudiéramos sintetizar que éstas¹ han tenido un marcado carácter histórico, en el que cada vez resultan más complejas y difíciles de solucionar sus propias problemáticas conexas; reflejándose una tendencia en dicha relación² hacia la descontextualización del hombre como sujeto social, dentro del entorno físico natural concreto en que se desenvuelve y que a su vez constituye su principal fuente de sustento.

En opinión de autores como Naredo (1996), esta descontextualización se remonta a lo que se conoce como la *ruptura epistemológica postfisiocrática*, en que se produce un punto de inflexión en las ideas y fundamentos teóricos de la ciencia económica, y se *afianza la unidad en el objeto de la ciencia económica sobre una noción unificada de la riqueza*, que articulaba todo un sistema categorial de conocimientos que no era capaz de distinguir dentro de la concepción del valor económico, las raíces de la *madre naturaleza* y su papel en la lógica y funcionamiento del subsistema económico de la época; el que a la postre, se encargó de reproducir la esencia de dicha concepción prácticamente de manera invariable hasta nuestros días. Siguiendo esta idea, autores como Daly y Cobb (1993), plantean además que *el curso del pensamiento económico moderno reducía la Naturaleza a la tierra, y la tierra al espacio y la materia*, por lo que, *la naturaleza y la tierra han sido eliminadas de sus cálculos o han quedado como un residuo que se desvanece*.

Estas reflexiones, nos permiten entonces introducir otra temática al debate, que hasta el momento había sido tocada de manera tangencial, y que es la de la medición del desarrollo económico y su papel en la gestión de los recursos naturales. Esta temática deviene importante a partir también de los problemas históricos mencionados con anterioridad con respecto a la definición sesgada del objeto de estudio de la economía en un inicio, y que a partir de los debates gestados en torno a la problemática ambiental desde mediados del siglo XX, han tomado un impulso mucho mayor.

Si bien este marco pudiera acoger a una amplia gama de temáticas subyacentes, consideramos que a los efectos del presente trabajo, el mayor énfasis debe caer en la necesidad por que se aboga de aplicar la llamada contabilidad verde y cómo esta se relaciona con la valoración económica del medio ambiente y su degradación.

Como todo debate, en ambos casos existen opiniones a favor y en contra, concentrándose los criterios en puntos de conflicto como los métodos de medición, el horizonte temporal, la aplicabilidad de los resultados y los indicadores a emplear para reflejar, por una parte, la efectividad de lo que se mide, y por otra, su correspondencia con el concepto de sostenibilidad.

Al respecto, autores como El Serafy (2002), ofrecen una síntesis de dicho debate:

Dentro de los reducidos confines de la contabilidad verde pueden identificarse dos divisiones importantes: la sostenibilidad en sentido fuerte y la sostenibilidad en sentido débil (...) La sostenibilidad débil es esencialmente económica por naturaleza y se centra en el mantenimiento de la renta. La sostenibilidad fuerte, la preferida por los especialistas sobre medio ambiente, pretende conservar los stocks de recursos naturales; cualquier reducción en el stock, o degradación de su calidad, debería ser evaluada y cargada como un costo contra el producto no ajustado.

Sin embargo, a pesar de todas las críticas que se hacen, existen autores como los propios Naredo (2000) y El Serafy (2002), que si bien en sus planteamientos se adscriben a dichas conjeturas, reconocen la necesidad de tener en cuenta y perfeccionar dicha contabilidad verde, ajustándola a los objetivos de la sostenibilidad, y aclarando además, qué dicha contabilidad constituye un medio y no un fin en sí mismo, a lo que se pudiera agregar que como instrumento, puede apoyar de manera complementaria a la toma de decisiones y así jugar un papel decisivo en estrategias enfocadas a una gestión ambiental sostenible.

¹ Se refiere a las diferentes manifestaciones de las afectaciones ambientales como por ejemplo, la erosión del suelo producto de la deforestación y el empleo de técnicas agrícolas insostenibles, o la contaminación del agua de los ríos producto del vertimiento directo de residuales sin tratamiento alguno.

² Se refiere a la relación economía-medio ambiente antes mencionada.

En nuestra área geográfica también han existido y existen experiencias sobre la aplicación de las cuentas ambientales en los respectivos Sistemas de Contabilidad Nacional de países como Colombia y México, aunque aún se consideran insuficientes para la región en su conjunto. En este sentido, los principales problemas según un estudio realizado por la CEPAL en el 2005, se concentran en la falta de estadísticas básicas, la reducida disponibilidad financiera y la capacidad técnica para afrontar dichos proyectos.

Para conocer sobre la problemática en nuestro país, es necesario remontarse a la década de los años 80, en la cual una serie de especialistas provenientes de las universidades y centros de investigación del país, entablaron un debate científico en torno a la problemática ambiental nacional desde una perspectiva económica, llegándose a dedicar una comisión completa a dicho debate en Convenciones de Medio Ambiente. Estos esfuerzos comenzaron luego a materializarse en proyectos de investigación que buscaban adaptar al plano nacional, muchas de las metodologías y enfoques generados a nivel internacional, línea que hasta el momento se ha mantenido en el quehacer investigativo del país, aunque aún de una manera insuficiente.

Respecto a este avance discreto de las investigaciones en el campo de la economía y el medio ambiente, existen varias opiniones que identifican factores que impiden un avance mucho más vertiginoso y que en su mayoría convergen en argumentos como (a) el reciente auge de las técnicas y métodos de valoración del medio ambiente, (b) el relativamente reducido espacio que ocupa el tema ambiental en los programas oficiales de estudio de las ciencias económicas, y (c) la poca sistematicidad en investigaciones aplicadas a las condiciones y realidad concretas del país. Este último caso, no significa que no se realicen investigaciones aplicadas, sólo que éstas aún resultan insuficientes con respecto a la amplia demanda que sobre el tema existe. Por solo citar dos ejemplos, pudiéramos mencionar los trabajos realizados por un especialista del departamento de Macroeconomía, del Ministerio de Economía y Planificación (Abella, 2005), y por una profesora de la Facultad de Economía de La Universidad de La Habana (Allegue, 2005).

En ambos casos, se enfatiza en la importancia que tiene el país de que se desarrollen investigaciones orientadas a valorar económicamente nuestros recursos naturales, tanto en lo referente a su valor intrínseco, como al uso y la degradación, a que se encuentran expuestos, lo cual se corresponde con los objetivos del presente resultado de investigación.

1.3 Métodos de obtención de información y análisis

Para la obtención de la información requerida en los estudios de valoración económica del medio ambiente y sus afectaciones, destaca la utilización de metodologías y técnicas de medición, ya que con ellas es posible realizar adecuadamente una identificación, descripción e análisis de las afectaciones a los diferentes componentes del medio ambiente. A continuación se detallan los aspectos teórico-metodológicos relacionados con los métodos generales y específicos empleados en la presente investigación, así como sus adecuaciones durante la práctica investigativa.

1.3.1 Métodos generales para la investigación científica

Los métodos generales de la investigación científica, son aquellos que como su nombre indica, permiten recopilar la información a emplear en el estudio para su posterior procesamiento y análisis. En ellos están implícitas las necesidades de información y análisis, la escala de trabajo antes definida, las posibilidades de procesamiento de la información, la adecuación de la información a los objetivos de trabajo y los flujos de información que se dan en torno a la temática a abordar y en el área de estudio escogida.

Todo ello requiere además que cada investigador conozca y domine desde su especialidad, tanto el diseño metodológico de la investigación, como las tareas, objetivos, necesidades de información y las fuentes donde encontrar la misma, lo que por lo general, y así sucedió en el caso de nuestro equipo, resulta un proceso clave de aprendizaje en el abordaje de cualquier tema de investigación científica, ante la falta de acceso y dispersión de la información en determinados campos de la investigación aplicada como el que nos ocupa.

Así, tenemos que para la elaboración del presente informe, se utilizaron los siguientes métodos:

- Histórico: estudio de la dinámica evolutiva del medio ambiente

Este método está vinculado al conocimiento de las distintas etapas de transformación de un territorio en su sucesión cronológica, para conocer la evolución y desarrollo del medio ambiente se hace necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales. Mediante el método histórico se analiza la trayectoria concreta de la teoría, su condicionamiento a los diferentes períodos de la historia. Los métodos lógicos se basan en el estudio histórico poniendo de manifiesto la lógica interna de desarrollo, de su teoría y halla el conocimiento más profundo de ésta, su esencia.

En este resultado, el método histórico se retomó a partir del resultado anterior, en que se determinaron los antecedentes de la modificación del territorio de cada una de las áreas seleccionadas, teniendo en cuenta para cada una las condiciones físico geográficas, la presencia humana y sus dinámicas sociodemográfica y económica, la utilización de los recursos naturales existentes, así como las principales acciones que dieron lugar a la actual configuración del mismo. No obstante, se buscó y recató información de carácter histórico a partir de entrevistas a especialistas del área y de la consulta de diferentes fuentes documentales como revistas, libros, tesis y otros trabajos realizados en el área de estudio.

- Observación científica

Mediante este método, el investigador conoce el problema y el objeto de investigación, estudiando su curso natural, sin alteración de las condiciones naturales, es decir que la observación tiene un aspecto contemplativo.

En este sentido, la observación configura la base de conocimiento de toda ciencia y, a la vez, es el procedimiento empírico más generalizado de conocimiento, donde se reconocen cinco elementos:

1. El objeto de la observación
2. El sujeto u observador
3. Las circunstancias o el ambiente que rodean la observación
4. Los medios de observación
5. El cuerpo de conocimientos de que forma parte la observación

La observación científica se logró aplicar dado que se contó con un equipo de trabajo que conoce ampliamente la cuenca objeto de estudio, tanto por haber participado en proyectos vinculados con la misma, como por haberla visitado en diferentes ocasiones. Esto ha sido muy importante, pues el propio conocimiento tácito de la realidad existente en el área ha posibilitado salvar algunos obstáculos como la falta de información e inferir ante dicha escasez de datos algunos de los comportamientos probables a ocurrir durante el proceso analizado de degradación de los recursos naturales.

- Analítico - Deductivo: procesamiento de información, categorización y síntesis

Este método permite distinguir los elementos de un fenómeno y proceder a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. La física, la química y la biología utilizan este método; a partir de la experimentación y el análisis de gran número de casos se establecen leyes universales. Consiste en la extracción de los componentes del medio ambiente, con el objeto de estudiarlos y examinarlos por separado, para ver, por ejemplo las relaciones entre las mismas. Estas interrelaciones no existen independientes una de la otra; el análisis del medio ambiente se realiza a partir de la relación que existe entre los elementos que lo conforman como un todo; y a su vez, la síntesis se produce sobre la base de los resultados previos del análisis. En el método deductivo, se suele decir que se pasa de lo general a lo particular, de forma que partiendo de unos enunciados de carácter universal y utilizando instrumentos científicos, se infieren enunciados particulares.

En este estudio, se identificaron a partir del análisis de todas las actividades socioeconómicas realizadas en las áreas, las acciones más impactantes y los componentes ambientales más afectados, los cuales fueron evaluados posteriormente mediante la metodología empleada. Igualmente, en el análisis de las variaciones en el valor económico de las afectaciones, y en los cambios ocurridos en las funciones ambientales de los recursos analizados, se pudo deducir la tendencia en algunos casos que se produce ante el descenso en el ritmo de pérdida del valor económico una vez que se incrementa la pérdida de diversidad biológica.

- Comparativo: correlaciones espaciales y temporales de los cambios ambientales.

El análisis comparativo consiste en la producción de generalizaciones de orden causal referidas a las relaciones entre las variables observadas en el marco de la investigación. Las comparaciones son diseñadas a fin de evaluar el carácter de tales relaciones causales. Por tanto, las comparaciones pueden dar lugar a la comprobación temporal o a la refutación de generalizaciones de orden causal. Se comprende igualmente que el diseño de este tipo de investigación esté motivado por la definición de problemas específicos: como se relacionan unas y otras variables cuando las variables de control se mantienen constantes.

Este método fue uno de los de mayor utilidad para poder determinar los cambios en el uso del suelo en las áreas seleccionadas de la cuenca. Para ello se recurrió a imágenes digitales de la cuenca, las que mediante el procesamiento por sistema de información geográfico brindaron información sobre la dinámica del uso del suelo para los años: 1985, 2001 y 2005. También se aplicó la comparación espacio-temporal de los cambios ambientales para describir la dinámica del proceso de urbanización en la zona de carso litoral de la cuenca en los tres años antes mencionados. Este método, también se combinó con el histórico y el cuantitativo, ya que por una parte tener en cuenta la evolución histórica y por otra las magnitudes cuantitativas de los cambios, permitió realizar un análisis más exhaustivo que de lo contrario, de no haberse combinado, no hubiese sido posible.

- Síntesis geográfica: análisis de componentes por separado y de sus interrelaciones sistémicas.

La síntesis geográfica consiste en la caracterización de cada componente del medio ambiente por separado y de las interrelaciones que existen entre ellos, determinando la armonía o afectación que se genera entre ellos, además se establecen unidades homogéneas que conforman tipos de medio ambiente.

Después de analizar toda la información referente a la caracterización de los diferentes elementos del medio, se identificaron las interrelaciones entre ellas que provocaban impactos ambientales, o sea, algunas actividades socioeconómicas determinaron impactos en diferentes elementos. Estos elementos, se tuvieron en cuenta en la etapa de valoración económica de las afectaciones ambientales, donde en dependencia del grado de afectación a determinados recursos por período, se logró determinar las variaciones que ello representó en el valor económico del mismo. Además, se consideró el efecto sinérgico que existe entre algunas afectaciones ambientales para poder arribar a nuevas conclusiones sobre la complejidad inherente a la dinámica en el tiempo y el espacio de las afectaciones analizadas.

- Cartográfico - Digital: expresión espacial de algunos de los análisis realizados mediante métodos computarizados.

Para la caracterización de los elementos del medio ambiente se pueden utilizar mapas aplicando un SIG, lo que nos permite hacer comparaciones y superposiciones que nos facilitan la identificar las interrelaciones entre los diferentes elementos.

Para realizar el análisis del cambio de uso de la tierra en las áreas de estudio seleccionadas se contó con tres imágenes de satélite: Landsat 7 TM para el año 1985, Landsat 7 ETM+ para el año 2001, y una imagen Quikbird para el año 2005, a las cuales se les realizó una clasificación supervisada en el Sistema de Información Geográfica (SIG) Idrisi (versión Los Andes) que generaron los mapas de uso de la tierra para los tres años estudiados. Posteriormente fueron exportados los resultados al SIG ArcGis (versión 9.2)

donde fueron analizadas cada una de las categorías de uso de la tierra a partir de operaciones de superposición.

- Cuantitativo

Se desarrolla con el objetivo de obtener la información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas. Es decir es la atribución de valores numéricos a las propiedades de los objetos. En la medición hay que tener en cuenta el objeto y la propiedad que se va a medir, la unidad y el instrumento de medición, el sujeto que realiza la misma y los resultados que se pretenden alcanzar. En las ciencias sociales, naturales y técnicas no basta con la realización de las mediciones, sino que es necesaria la aplicación de diferentes procedimientos que permitan revelar las tendencias, regularidades y las relaciones en el fenómeno objeto de estudio, uno de estos procedimientos son los estadísticos, tanto los descriptivos como los inferenciales.

La experiencia de trabajo ha dado que en la mayoría de los casos resulta insuficiente el acopio de datos necesarios para la investigación, de ahí que por lo general no se logra todos los resultados que se esperan de la aplicación de estos métodos.

Para el manejo de la información de tipo económico, este fue una de los métodos principales que los datos recopilados constituyen uno de los insumos principales para la aplicación de los diferentes métodos de valoración económica. En este caso, se consultaron una amplia gama de fuentes de información, las que en algunos casos contaban con la información necesaria, mientras que en otros no era posible. En total, fueron consultadas más de diez instituciones del territorio y de organismos de la Administración Central del Estado, llegándose a compilar una base informativa importante en lo referente a los recursos agua y vegetación, los cuales se detallan en anexo.

No obstante, la falta de referentes históricos en la cuantificación del estado ambiental de los recursos naturales evaluados, fue uno de los factores que impidió darle un mayor alcance a los resultados obtenidos, puesto que en muchos casos, no se contaba con una información más detallada.

1.3.2 Métodos específicos para la valoración económica de las afectaciones ambientales

Si bien en la literatura no se aprecia siempre una diferenciación clara desde un punto de vista conceptual en el uso de los términos *impacto ambiental* y *afectación ambiental*, en este resultado el equipo de trabajo consideró necesario distinguir ambos conceptos, puesto que metodológicamente, el empleo de uno u otro no implica necesariamente asumir los mismos escenarios para el análisis, ni tampoco similares métodos y procedimientos para la valoración económica de la calidad ambiental de un recurso.

Tal y como se aclaró anteriormente, el término *impacto ambiental* se refiere a los efectos (positivos o negativos) que potencialmente pueden o no producirse ante la incidencia de determinadas acciones o procesos asociados a su vez a la ejecución de nuevos proyectos de inversión; por lo que se requiere de una evaluación de factibilidad económica que se realiza de manera previa a la ocurrencia de dichos efectos para el período de vida útil de la obra.

Por su parte, el término *afectación ambiental*, hace referencia a los efectos negativos que ya se hayan manifestado (y que incluso persistan en el tiempo), sobre el funcionamiento o estado de conservación de un recurso natural o ecosistema determinado, por lo que en su análisis está implícito no sólo el valor económico de los bienes y servicios ambientales que se ven afectados, sino además los costos asociados a la restauración del recurso o la mitigación de la afectación.

Por tanto, de la comparación de ambos conceptos, pueden apreciarse dos rasgos distintivos comunes para cada caso: el primero referido al espacio temporal del efecto que se analiza y que puede o no implicar un mayor nivel de incertidumbre sobre los requerimientos de información; y el segundo asociado tipo de valoración económica que se desprende del análisis a realizarse, es decir, cuando se valora un *impacto ambiental*, se realiza una valoración a priori o antes del efecto, mientras que al valorar una *afectación ambiental*, se realiza un análisis después de haberse producido el efecto.

Esta diferenciación no implica para nada un nivel de superioridad de un tipo de análisis por sobre el otro, más bien lo que indica es que cada uno cumple una función particular dentro del proceso de evaluación económica de los recursos naturales, y por tanto genera información relevante para la toma de decisiones en torno a la gestión ambiental de un territorio.

A los efectos del presente proyecto, se hará referencia sólo a los aspectos metodológicos relacionados con la valoración económica de afectaciones ambientales suscitadas en las áreas de estudio seleccionadas para la cuenca del río Guanabo, asumiendo que dicha valoración incluye no sólo el valor económico intrínseco asociado a la pérdida del recurso, sino también los costos de restauración del mismo y de mitigación de la afectación.

De esta manera, resulta necesario distinguir, los métodos empleados para estimar el valor económico intrínseco de los recursos naturales, de los métodos empleados para determinar el valor económico equivalente al grado de perturbación que un recurso natural o ecosistema pueda experimentar. En este sentido, deben tenerse en cuenta cuatro aspectos fundamentales:

1. *el tipo de objeto de análisis,*
2. *el horizonte temporal asociado a dicho objeto,*
3. *el método de valoración económica a emplear, y*
4. *los requerimientos de información para el análisis.*

Así, por ejemplo, en el primer caso³, el objeto de análisis sería el valor económico que se le adjudica a ciertas propiedades físicas, químicas o biológicas que posee un recurso natural determinado, y que se concretan en lo que se conoce como bienes o servicios ambientales; siendo el horizonte temporal de carácter puntual pues se evalúa el valor económico que en el momento del estudio posee el recurso, ya sea por sus usos reales o potenciales. Para estos estudios se emplea por lo general el esquema del Valor Económico Total (VET) donde se pueden emplear tanto métodos objetivos como subjetivos, y los requerimientos de información se circunscriben al espacio temporal que se analiza, y a los bienes y servicios ambientales identificados para el recurso natural en cuestión.

Ya en el segundo caso⁴, el objeto de análisis sería el valor económico equivalente al nivel de degradación o pérdida a que se ve expuesto el recurso natural o ecosistema que se analice, degradación que además de incluir el análisis del valor económico de las funciones ambientales asociadas, también implica en términos económicos, asumir determinados costos relacionados con la restauración del recurso, o con la mitigación del impacto, siendo el horizonte temporal tan extenso como extenso sea la duración de los efectos asociados a la afectación ambiental.

En cuanto a los métodos de valoración económica consultados en la bibliografía, se pueden reconocer tanto los objetivos como los subjetivos, pudiendo incluso incorporarse el esquema del VET al análisis de determinadas afectaciones ambientales, sólo que a diferencia del primer caso, en este debe tenerse en cuenta que se comparan diferentes escenarios en el tiempo, por lo que la variable espacio y tiempo adquieren una singular importancia, dado que la manifestación de los efectos sobre el medio ambiente en estas dos dimensiones, no siempre sigue un comportamiento lineal u homogéneo, por lo que debe tenerse en cuenta la dinámica del efecto. Esta singularidad determina de hecho los requerimientos de información, pues no sólo se requiere que abarquen la información necesaria para valorar la pérdida de funciones ambientales y los costos de restauración o mitigación, sino que además, deben ser datos que sistematicen las variaciones espacio-temporales en los efectos analizados.

Esto, en el caso del proyecto que se presenta, implicó contar con series históricas de las manifestaciones de la afectación, e incluso, tener en cuenta la estacionalidad de la misma y su incidencia en la calidad ambiental del recurso natural, de ahí que el procesamiento y análisis de la información adquiera un

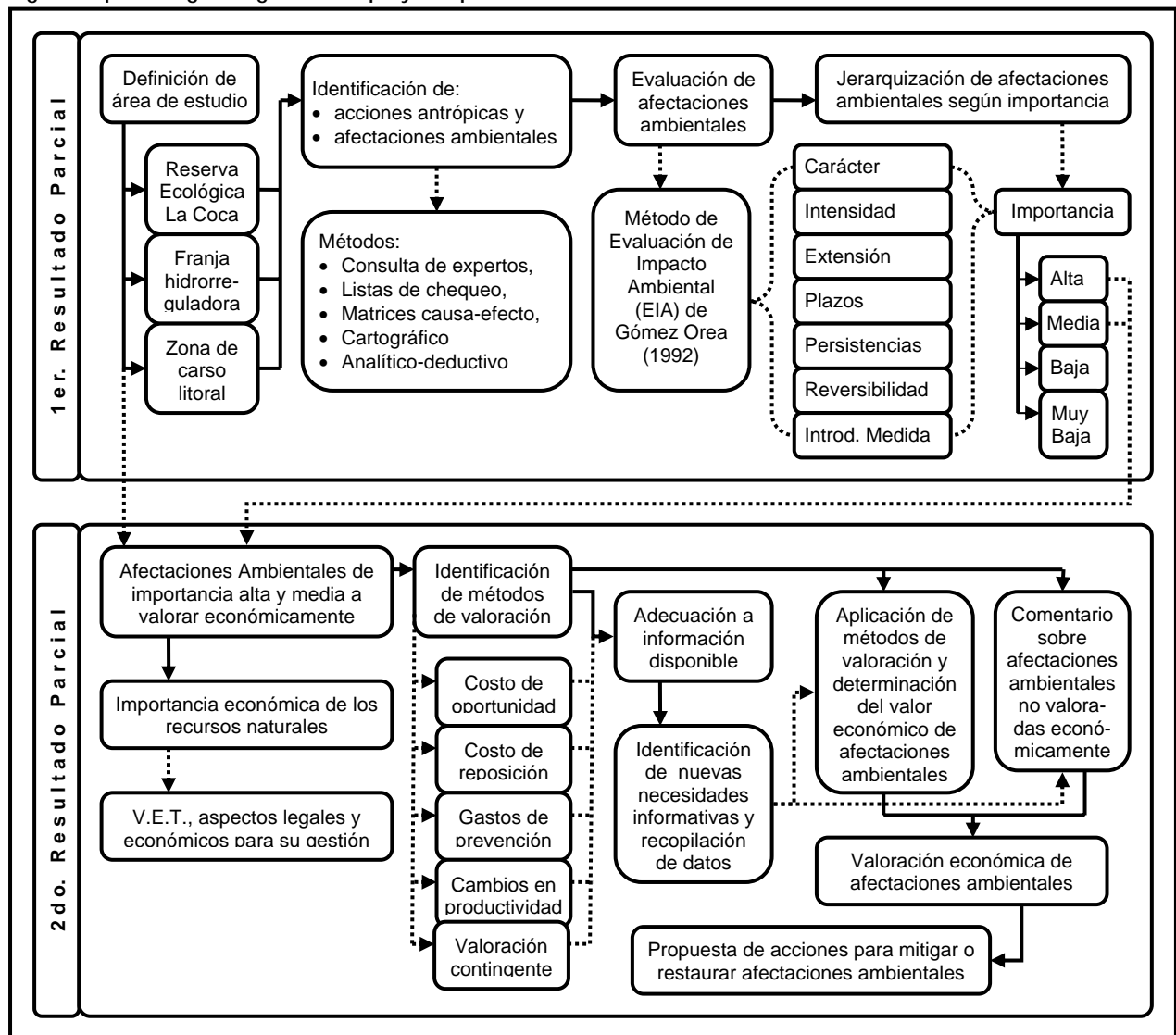
³ Se refiere a los métodos empleados para estimar el valor económico intrínseco de los recursos naturales.

⁴ Se refiere a los métodos empleados para determinar el valor económico equivalente al grado de perturbación que un recurso natural o ecosistema pueda experimentar.

carácter complejo y requiera de acudir a fuentes de información, que no siempre se encuentran disponibles o que aún existan en la actualidad, por lo que en ocasiones se infiere a partir de los métodos lógico o deductivo, el comportamiento espacio-temporal de la afectación.

A pesar de las diferencias identificadas entre los conceptos de impacto y de afectación ambiental, se reconoce que en cada caso, el abordaje de los aspectos metodológicos deja entrever también similitudes en cuanto a la identificación de los efectos y de los métodos de valoración económica a emplear, de ahí que para la confección del esquema lógico del presente resultado, se utilizara como referente conceptual, el esquema elaborado por Dixon y Sherman (1990), pero adaptado a los objetivos y alcance del estudio. De esta manera, el equipo se dio a la tarea de diseñar un esquema que respondiese a los objetivos y necesidades de análisis definidas previamente para el proyecto, quedando estructurado el nuevo esquema lógico para la valoración económica de afectaciones ambientales de la siguiente manera:

Fig. 2. Esquema lógico seguido en el proyecto para la valoración económica de afectaciones ambientales



Fuente: Elaborado por los autores (2010).

En el nuevo esquema lógico diseñado para este resultado (Fig. 2), se distinguen dentro del proceso de valoración económica, las adecuaciones de los métodos ya existentes a la disponibilidad de información, a lo cual se enlaza la identificación de nuevas necesidades de información, lo que permite incorporar

nuevas ideas o perfeccionar los métodos de valoración existentes a las condiciones particulares de los diferentes casos de estudio en que éstos se apliquen. Otro elemento relevante considerado por los autores del resultado, radica en la jerarquización que se realiza de manera previa al proceso de valoración económica de las afectaciones ambientales, dado que ello permite luego enlazar los niveles de prioridad pertinentes en las acciones que se formulan para dar respuesta a la valoración económica.

Volviendo a los métodos de valoración económica identificados en la bibliografía consultada, tenemos que éstos se pueden dividir en métodos objetivos o subjetivos, por lo que a continuación se describen las características de cada tipo de método.

En el primer caso, el de los *métodos objetivos de valoración*, tenemos que estos se basan en relaciones físicas que formalmente describen interrelaciones causa/efecto y que proveen medidas o magnitudes objetivas del daño ocasionado por varias causas. Los métodos objetivos de evaluación usan funciones de daño relacionadas con la magnitud de la actividad perturbadora sobre el capital real, humano o natural, siendo estas últimas más difíciles de medir. Dichos métodos proveen datos sobre los beneficios (en el sentido de gastos evitados) que aportan acciones preventivas o remediales. Las técnicas de valoración económica más empleadas en estos métodos son:

- Cambio en la productividad
- Costo de enfermedad
- Costo de reposición
- Costo de relocalización

Por otra parte, los *métodos subjetivos de valoración* que se basan en juicios subjetivos del daño posible, expresado o revelado en el comportamiento actual o potencial. Los métodos subjetivos de valoración se sustentan en las preferencias relacionadas con funciones individuales de utilidad y dependen del nivel de información y apreciación que tengan los individuos respecto al daño ocasionado por diversas actividades y de la forma en que lo expresen. Las técnicas de valoración económica más empleadas en estos métodos son:

- Gastos preventivos
- Costo de viaje
- Valoración de contingencia

A continuación, se describen las diferentes técnicas empleadas en los métodos mencionados para la valoración económica de los recursos naturales. Es necesario aclarar que la elección de la técnica depende del problema específico que está siendo estudiado. No obstante, excepto en situaciones muy simples, es probable que sean necesarias una variedad de técnicas para estimar el rango completo de beneficios.

- Cambio en la Productividad

Constituye una técnica de valoración de impactos. Gran parte de los proyectos que causan impactos ambientales tienen efectos inmediatos sobre los valores directos de producción, tanto en el lugar del proyecto, como más allá de sus fronteras. Al optar por esa técnica es importante tomar en cuenta los efectos tanto con como sin proyecto. Esta técnica se puede utilizar para medir cambios en las cosechas debido a la degradación de tierras como consecuencia de la erosión; pérdida de potencial pesquero debido a la contaminación del agua; pérdida de atractivo turístico con la consiguiente pérdida de ingreso debido a los efectos combinados de contaminación y degradación ambientales.

- Costo de Enfermedad

Técnica de valoración de impacto que se relaciona con los costos de la enfermedad generada por la contaminación. Se sustenta en la relación existente entre la función de daño, expresada en términos del nivel de contaminación, y su efecto sobre la salud. Se puede aplicar cuando el efecto sobre la salud (tiempo de enfermedad) es corto, discreto o cuando no tiene impactos negativos a largo plazo.

Los problemas de enfermedad crónica son difíciles de enjuiciar debido a consideraciones éticas y teóricas. El valor monetario se puede obtener partiendo de los costos de atención médica, la pérdida de ingreso o los gastos en medicamentos.

Se excluyen efectos asociados a estos fenómenos tales como sufrimiento y estrés de las personas enfermas y otras involucradas, así como las restricciones impuestas a actividades no laborales que afectan el bienestar. Con este método se asumen los costos como un estimado de los beneficios que se obtienen como resultado de acciones que evitarían el daño.

- Costo de Reposición

Técnica de valoración que se utiliza no siempre pero sí opcionalmente en substitución de los cambios en la productividad. Su premisa básica es que se pueden medir los costos en que se incurre para reponer recursos productivos. Esta medición se puede utilizar como un estimado de los beneficios que se derivan de las medidas adoptadas para evitar el daño.

Si la pérdida de nutrientes en tierras agrícolas puede explicar los cambios en la productividad, la reposición de los nutrientes naturales por fertilizantes comerciales puede constituir una medida del costo de reposición. La aplicación de la técnica supone que la magnitud del daño es medible y que se puede calcular los costos y que no son mayores que el valor de los recursos destruidos. Además, no hay efectos secundarios o beneficios asociados.

- Costo de Relocalización

Técnica de valoración que se asocia al costo de reposición. Costo de relocalizar una facilidad debido a cambios en la calidad ambiental. Esta técnica se utiliza para evaluar los beneficios potenciales y los costos asociados a la prevención del cambio ambiental. El ejemplo más sencillo es el costo de relocalizar el suministro de agua potable debido a problemas de contaminación ocasionados por instalaciones industriales o por el efecto acumulativo de muchas fuentes. Al aplicar esta técnica se evalúan las opciones que se derivan de esta situación.

- Gastos Preventivos

Técnica de valoración basada en una estimación de los beneficios esperados por mejoras en las condiciones ambientales a partir de los gastos que las personas están dispuestas a realizar para evitar daños ambientales. A los gastos preventivos se les puede ver como una demanda implícita de gastos de protección ambiental contenidos en el ingreso actual.

- Costo de Viaje

Técnica de valoración ampliamente utilizada para bienes y servicios de recreación. Se desarrolló en los años 60 a partir de una observación de Harold Hotelling. Ésta se refiere a que se puede usar el comportamiento de un consumidor para derivar una curva de demanda. Sirve además para estimar un valor para un bien ambiental derivado del aumento del costo de viaje como variable del precio de admisión. La técnica se aplica bajo el supuesto que los precios de acceso a parques, áreas de recreación y lugares turísticos son inferiores a la utilidad que se deriva de su visita (margen del consumidor).

El costo del viaje resulta un mercado implícito en la visita a esos lugares. Los datos se obtienen a través de una encuesta que investiga el gasto del viaje, la distancia, el tiempo del viaje y otras variables. El costo del viaje no es igual al valor del área en cuestión. Se puede utilizar, por ejemplo, para definir una política sobre la preservación o explotación de un área o para valorar políticas de desarrollo de facilidades turísticas.

- Método de Valoración de Contingencia

La llamada valoración hipotética. Cuando no es posible evaluar los impactos ambientales, ni siquiera indirectamente a través de la conducta del mercado, se pueden medir las preferencias del consumidor en situaciones hipotéticas al crear mercados hipotéticos o artificiales para estudiar opciones destinadas a reducir los daños ambientales.

A los individuos se les interroga directamente sobre la cantidad que están dispuestos a pagar por una o más reducciones de los impactos ambientales. La técnica de valoración de contingencia se basa mayormente en encuestas para conocer estos valores.

Esta técnica se clasifica dentro de los métodos de valoración subjetivos y como técnica selectivamente aplicable para evaluar los impactos ambientales y como método a través del cual se expresan las preferencias. Se emplea cuando no existen mercados para bienes y servicios ambientales y no están bien desarrollados o no existen mercados alternativos.

1.4 Procedimiento metodológico para la valoración económica de las afectaciones ambientales

Como se explica con anterioridad en el presente capítulo, el abordaje metodológico de este resultado requirió de la adecuación del esquema lógico convencional empleado en la evaluación económica para Estudios de Impacto Ambiental (EslA), a los objetivos y alcance de la investigación, así como a la disponibilidad de información para la valoración económica de las afectaciones ambientales, quedando definidos los siguientes pasos para llevar a cabo dicho evaluación:

1. *Identificación de afectaciones ambientales factibles de valorar económicamente;*
2. *Revisión bibliográfica sobre valoración económica de afectaciones ambientales a recursos naturales;*
3. *Análisis y comentario de la importancia económica de los recursos naturales afectados;*
4. *Identificación de los métodos de valoración a emplear y de sus respectivos requerimientos de información;*
5. *Análisis de la posible adecuación de los métodos y técnicas de valoración, a la información disponible y a las características de las afectaciones ambientales a evaluar;*
6. *Identificación de nuevas necesidades de información a recopilar para efectuar la valoración económica de las afectaciones ambientales;*
7. *Aplicación de los métodos de valoración a las afectaciones ambientales factibles de evaluar;*
8. *Análisis de los resultados;*
9. *Propuesta de acciones para mitigar o restaurar el efecto de las afectaciones ambientales evaluadas;*

En este sentido, en el trabajo se pueden identificar tres etapas de trabajo, para cuyo cumplimiento se estableció un cronograma de trabajo, de manera que su ejecución no se excediera del tiempo establecido inicialmente. En este caso no se identifica la selección del área de estudio como una etapa pues ésta ya se había realizado en el resultado previo, además de que éste constituye un proyecto de continuidad del culminado en el 2007⁵ en la misma zona donde se analizaron las mismas áreas de estudio.

Estas etapas fueron las siguientes:

Etapa 1: Informativa – Documental

En esta etapa se parte del resultado parcial anterior en que se identificaron las afectaciones ambientales en las tres áreas de estudio seleccionadas, a la vez que se retoman elementos vinculados con los levantamientos de información realizados durante el proyecto que le precedió, de ahí que cuente con tres fases que a continuación se detallan:

⁵ Se refiere al proyecto titulado "Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en sectores de la cuenca del río Guanabo.

Identificación de afectaciones ambientales factibles de valorar económicamente

Esta etapa, aunque forma parte del resultado parcial anterior, realmente se considera como inicial para este resultado ya que permitió definir las afectaciones ambientales a valorar teniendo en cuenta su nivel de importancia, de lo que se dedujo luego los métodos de valoración a aplicar, los requerimientos de información y la propuesta de acciones para el uso y manejo de los recursos naturales afectados.

Revisión bibliográfica y levantamiento de información

La revisión bibliográfica se centró fundamentalmente en la consulta de artículos, folletos, libros, páginas web, registros estadísticos e información primaria, todos ellos relacionados con aspectos teórico-metodológicos propios de la valoración económica de impactos o afectaciones ambientales; el estado de los recursos en la cuenca y los factores que inciden en su degradación; los métodos de valoración empleados en estudios similares o adecuaciones de los mismos; datos de tipo económico sobre los recursos naturales; o información de tipo histórico en general que pudiera ser clave para conocer las particularidades del proceso de degradación asociado a las afectaciones identificadas. Si bien esta etapa se planificó para ser ejecutada en la primera parte del resultado, la práctica indicó que fue necesario mantener un nivel de actualización sobre las publicaciones, además de que la búsqueda de información en fuentes primarias de información no siempre fue lo suficientemente efectiva debido a que en algunos casos no existía la información que se necesitaba y en otros el acceso era restringido.

Análisis y comentario de la importancia económica de los recursos naturales afectados

En esta fase se consultaron los resultados del proyecto anterior vinculados con la identificación y valoración de los bienes y servicios ambientales propios de cada una de las tres zonas de estudio, para luego contrastarlos y analizarlos en el contexto de las afectaciones ambientales que los involucran, de manera que se vea la continuidad entre los dos proyectos y sus resultados.

Identificación de los métodos de valoración a emplear y de sus respectivos requerimientos de información

Para cumplimentar esta etapa se celebraron varias reuniones entre el grupo de economistas del proyecto, para luego socializar los enfoques y perspectivas identificadas por dicho grupo con el resto del equipo, y así enriquecerlos con sus opiniones. De hecho, algunos de los métodos que se pensaba emplear en algunas de las áreas fueron desestimados desde un inicio al comprobar que no existía la información necesaria o que no se ajustaban a la descripción de la afectación ambiental en cuestión. También se determinaron las necesidades de información y se crearon estrategias de visitas a fuentes claves de información para recopilar los datos necesarios.

Etapa 2: Analítico – Valorativa

En esta etapa, se concentraron los esfuerzos del equipo de trabajo en la adecuación de los métodos de valoración económica a la disponibilidad de información, y los objetivos y alcance del proyecto.

Aplicación de los métodos de valoración a las afectaciones ambientales factibles de evaluar

Para la aplicación de los métodos de valoración económica de las afectaciones, se tuvo en cuenta una vez identificados los métodos a emplear y sus requisitos de información, el escenario temporal que era posible analizar a partir de los datos captados, procediéndose a aplicar las diferentes fórmulas matemáticas propias de cada método para determinar el valor de la afectación ambiental por unidad de espacio y tiempo, y en función del comportamiento de la afectación, se ajustaban los resultados al mismo.

En este caso, resulta necesario esclarecer que la determinación del valor económico de la afectación, se subdividió, en los casos en que se contó con la información, en el valor económico equivalente a la pérdida o menoscabo del recurso en sí, más el valor económico de los costos de restauración del recurso y de mitigación del impacto.

En algunos casos, se retoman los resultados obtenidos en el proyecto *“Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en sectores de la cuenca del río Guanabo, provincia Ciudad de La Habana”*.

Análisis de los resultados

El análisis de los resultados de la valoración permitió conocer la magnitud en términos económicos, de los daños ocasionados a los diferentes recursos naturales evaluados, además de permitir al equipo conocer el ritmo de los patrones de degradación asociados a dichos recursos, lo cual se tuvo en cuenta para la formulación de las acciones para el uso y manejo de los recursos naturales evaluados.

También en esta etapa se analizó el carácter sinérgico en la manifestación espacio-temporal de las afectaciones ambientales evaluadas, lo que permitió a su vez identificar regularidades y asincronías entre el efecto de la afectación, y las características propias del recurso natural.

Etapa 3: Sinóptico – Propositiva

Una vez concluida la valoración económica de las afectaciones ambientales, en esta etapa se retoma el proceder teórico y metódico definido para dicha valoración económica de las afectaciones ambientales, de manera que se distingan las lecciones aprendidas y adecuaciones en los procedimientos realizadas durante el proceso de análisis.

Propuesta de acciones para mitigar o restaurar el efecto de las afectaciones ambientales evaluadas

Finalmente se proponen un conjunto de acciones para el uso y manejo de los recursos naturales afectados, encaminadas a la recuperación de los mismos, en algunos casos, o a la mitigación de las afectaciones ambientales a las que están sujetos, en otro; para de cualquier manera minimizar los ritmos de degradación hasta ahora presentados en estas áreas de la cuenca e incorporar el valor económico de estos recursos a la gestión ambiental del territorio.

Luego se brindan las conclusiones y recomendaciones donde se sintetizan los principales logros y hallazgos encontrados durante la investigación, tanto en lo referente a las lecciones aprendidas y el abordaje metodológico, como en los resultados individuales obtenidos para cada una de las áreas de estudio.

CAPÍTULO 2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES EN LA RESERVA ECOLÓGICA “LA COCA”

2.1 Importancia económica de los recursos naturales de la Reserva Ecológica “La Coca”

La Reserva Ecológica “La Coca”, ubicada en las inmediaciones del tercio superior de la cuenca del río Guanabo, posee un interés particular como área protegida debido a las formaciones vegetales arbustivas de cuabal que encierra, consideradas como las mejor conservadas del territorio occidental, con una amplia diversidad florística y un alto endemismo¹, además de contar con una serie de taxones cuyo areal de distribución es muy restringido y por presentar cuatro especies reportadas en peligro de extinción².

No obstante estos valores naturales, este recurso vegetal ha estado expuesto a una serie de afectaciones ambientales de carácter antrópico, que han provocado que en la actualidad, el ecosistema de cuabal se haya degradado y fragmentado hasta el punto de que sólo queden cuatro núcleos con diferente grado de conservación, lo que en cierta medida, atenta contra el proceso en que se encuentra inmersa esta área protegida para su aprobación final por el Consejo de Estado y de Ministros.

Esta degradación ha incidido negativamente en los bienes y servicios ambientales asociados a dicha formación vegetal, y por tanto atenta contra el grado de conservación que ésta presenta, lo que desde un punto de vista legal, entra en contradicción con lo establecido en el Decreto Ley 201 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, donde en el Artículo 4, inciso e), se reconocen los diferentes tipos de *servicios medioambientales*³ de las áreas protegidas; y en el Artículo 16 del Capítulo IV, Sección Tercera, se aclara que la reserva ecológica es *manejada principalmente con fines de conservación de ecosistemas*.

Por su importancia económica este tipo de vegetación no constituye una reserva forestal valiosa, puesto que con excepción del bosque de pinos, se trata de un matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina. Los cuabales, por ser matorrales, no poseen riqueza maderera. La madera puede ser de excelente calidad, pero útil solo para la artesanía y confección de objetos de arte. Tampoco son ricos en plantas comestibles por el hombre o los animales, ni tampoco en especies medicinales, melíferas, ni ornamentales. Sin embargo, el hecho de que el área sea heterogénea permite la implantación de algunas especies maderables, artesanales, industriales, o medicinales valiosas, como el almácigo, el júcaro y el palo de caja, que actualmente no tienen potencialidad para el desarrollo económico dada la pequeña extensión de las áreas en que se hallan.

En el proyecto anterior a este, denominado “*Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la Cuenca del Río Guanabo*”, se realizó una identificación de los diferentes bienes y servicios ambientales que el cuabal provee, brindándose una primera aproximación al valor económico total de dicho recurso natural. En aquella oportunidad, se determinó un valor económico de los bienes y servicios relacionados con sus capacidades para la retención de carbono, para la confección de piezas de artesanía y para la elaboración de medicamentos, equivalente a un total de \$ 76.302,74 CUC/ha, considerándose al respecto, que ésta constituye una cifra baja dada la poca representatividad del resto de las funciones ambientales identificadas, donde además se incluyen las vinculadas al *valor de existencia y de legado* de los recursos naturales presentes en esta área, que son los de mayor peso en el valor económico-ambiental del recurso.

Aún así, estos valores determinados con anterioridad permitieron hacer un acercamiento a la importancia económica del cuabal, que a pesar de encontrarse degradado, constituye un recurso valioso sobre todo por sus funciones relacionadas con el *valor de existencia* como hábitat de especies de la fauna, por el alto endemismo de la flora y como ecosistema de areal restringido.

¹ Se han reportado más de 250 especies sólo para el sector de la Loma de la Coca, de las cuales 55 son endémicas; y además existen dos endémicos locales (*Pectis havanensis* y *Wedelia serrata multidentata*)

² Se refiere a las especies: *Pectis havanensis*, *Indigofera cubensis*, *Laeliopsis cubensis* y *Leucocroton moncadae*.

³ El Decreto Ley 201 define los *servicios medioambientales* como: *Beneficios directos o indirectos que se obtienen de las áreas protegidas. Pueden ser de carácter espiritual, educativo, recreativo, científico, económico, ecológico, cultural u otro y contribuyen a mantener y mejorar la calidad del medio ambiente y de la vida en general.*

Por tanto, un análisis preliminar sobre la importancia económica del cuabal, arrojaría a simple vista y a la luz de los resultados obtenidos anteriormente, que si bien el ecosistema posee valores económicos y naturales importantes, que lo hacen un espacio singular dentro de la cuenca, existen conflictos en su manejo que dejan entrever el alto costo de oportunidad que se está dejando de considerar en la medida que se degrada este recurso.

O sea, dado que el valor instrumental del cuabal es bajo en relación con el valor de otras actividades como la ganadería o la agricultura que se llevan a cabo en esta zona, pues entonces la no declaración de esta reserva como un área protegida se conjuga con los incentivos económicos inherentes a las actividades antes mencionadas, para propiciar la presencia de conflictos en el manejo que se crean por un lado entre los intereses de conservación de esta formación vegetal, y los intereses productivos del sector agropecuario, predominando los segundos e induciendo a un paulatino proceso de pérdida y degradación de este espacio natural. Unido a estos aspectos debe considerarse también los efectos negativos asociados a la construcción del embalse La Coca, pues si bien su presencia responde a la satisfacción de la necesidad social de abasto de agua a la población del municipio Habana del Este, su construcción y puesta en funcionamiento agudizó aún más la fragmentación y degradación del cuabal, lo que implica en términos actuales, que no sea posible restaurar este ecosistema a su estado natural inicial dado que se trata de un daño ambiental de carácter irreversible.

Desde el punto de vista de la teoría económica, estos conflictos en el manejo del recurso resultan un caso típico de los enfoques de sostenibilidad débil, en los cuales está presente el supuesto de que el capital natural y el capital hecho por el hombre son perfectamente sustituibles, lo cual resulta algo incierto y es de hecho uno de los factores que desde la propia economía ha provocado la degradación de los recursos naturales y de los ecosistemas de importancia para la conservación, como en este caso.

De esta manera, el análisis económico debe reforzar el criterio de la protección por su valor natural y no por el uso socioeconómico, en aras de lograr la restauración de dichos cuabales son aspectos relevantes para el funcionamiento y desarrollo sostenible del territorio.

2.2 Valoración económica de las afectaciones ambientales en la Reserva Ecológica "La Coca"

El haber analizado ya la importancia económica del cuabal, permite entonces hacer una aproximación al valor económico de la pérdida y degradación del recurso, por lo que en el siguiente epígrafe se abordan en un primer momento la valoración económica de las afectaciones ambientales sobre dicha formación vegetal, acotándose en un segundo epígrafe algunas consideraciones y criterios en torno a las afectaciones ambientales de importancia alta o media sobre otros recursos naturales y que no fueron valoradas económicamente.

Así, una vez contextualizada la problemática ambiental en esta zona de la cuenca, se relacionan a continuación las principales afectaciones que se valoraron económicamente en este resultado, las que están relacionadas con la cobertura de cuabal:

Pérdida de la cobertura vegetal (cuabal) por tala, desbroce y quema

La cobertura vegetal (cuabal) se ha perdido por la tala, desbroce y quema de la vegetación de manera intencional, con el fin de establecer pastos de bajo rendimiento y mala calidad para alimentar una ganadería extensiva, así como para el consumo individual. También ha incidido en ello el cultivo en huertos frutales que al ser abandonados son invadidos por especies alóctonas.

La presencia del embalse ha disminuido el área de ocupación de las especies ofitícolas que ahora se encuentran fragmentadas y carentes de corredores. Ha aumentado el total de humedad relativa ambiental lo que altera el balance hídrico del cuabal y las fluctuaciones del nivel del agua conllevan a un proceso dinámico de extinción-colonización permanente, o sea, un estado de no equilibrio constante provocado por una relación entre la acción antrópica y las fluctuaciones del clima. Cuando en periodos de intensa sequía el embalse se seca, su área de ocupación es colonizada por plantas higrófilas, especies invasoras

y expansivas que no existen en el cuabal. No hay tiempo suficiente para que se establezcan las especies ofitícolas que de todos modos desaparecerían cuando volviera a subir el nivel del agua.

Pérdida de la vegetación original por la actividad ganadera

Como consecuencia de la tala, desbroce y quema de la vegetación, asociadas a la actividad ganadera, se han perdido áreas significativas cubiertas por la vegetación original, a la vez que se han establecido especies invasoras (exóticas) como el marabú (*Dichrostachys cinerea*) y el aroma (*Acacia farnesiana*) que han cubierto grandes extensiones. Esta sucesión de efectos ha propiciado que la vegetación original se vaya perdiendo paulatinamente, lo que además incide negativamente en otros componentes ambientales del lugar como el suelo y la fauna.

Sin embargo, algunas especies expansivas (nativas), incluyendo endemismos, compiten con las invasoras, como es el caso del rompezaragüey (*Vernonia menthifolia*). También sobreviven algunas especies originales del cuabal como las palmas (*Coccothrinax miraguama* var. *havanensis*, *Copernicia macroglossa*) y el ébano carbonero (*Diospyros crassinervis*).

Disminución del área y especies de flora autóctona por la introducción de especies exóticas de la flora para la repoblación y por la construcción de viales y terraplenes

Se introdujeron casuarinas (Australia) y pino macho (endemismo de Pinar del Río e Isla de la juventud). En el pinar artificial, *Coccothrinax miraguama* var. *havanensis* (endemismo ofitícola de Ciudad de La Habana y La Habana) se desarrolla mejor que en el cuabal. Los casos más notables son los del mango (*Mangifera indica*), de mala calidad y el canistel (*Pouteria campechiana*), que influyen, entre otros aspectos, sobre la población de murciélagos y de epífitos.

Los viales y terraplenes influyen sobre las cañadas de curso temporal, que abundan en el cuabal y actúan además como corredores antrópicos antagónicos con los corredores naturales.

La construcción de corredores antrópicos permite el establecimiento de las especies invasoras viarias, que tienen preferencia por las orillas de carreteras, terraplenes, caminos y senderos, las cuales contribuyen a paliar la erosión en las orillas de las vías de acceso y tras el abandono temporal o definitivo de éstas, las cubren completamente, lo cual contribuye a la regeneración de la formación vegetal original. Sin embargo, impiden la propagación de las especies al interrumpir los corredores naturales y aumentan la erosión al ir acompañadas obligatoriamente de taludes.

Pérdida de especies vegetales endémicas

Se ha modificado drásticamente el área de cuabal, hasta el punto de que es casi imposible encontrar algún espacio pequeño que aún conserve un cuabal *poco alterado*.

La existencia de varias especies de plantas como *Psidium havanense* (arbusto perenne) y *Pectis havanensis* (hierba anual, posiblemente extinta) está amenazada por la pérdida de terreno y la alteración del no equilibrio dinámico preexistente en esta formación vegetal. Lo mismo ocurre con *Xylopia rotundifolia* (muy escasa) y *Maytenus elaeodendroides*. Esta última especie, muy rara, alcanza talla arbórea (10-12 m) en La Coca pero se halla en vías de extinción. Lo mismo ocurre con una variedad endémica de una especie de *Guapira* y con varias especies de *Leucocroton*. La fragmentación de la matriz serpentinitica provocada por el embalse es otra de las causas que atentan contra la supervivencia de las especies restringidas a esta área.

La actividad forestal de explotación se limita al acopio de leña y maderas preciosas como el ébano carbonero, que aunque es especie dioica, fructifica desde muy temprana edad, por lo que es especie difícil de extinguir aunque de área restringida en el archipiélago, además de que raras veces sobrepasa la talla de arbusto. La quema y tala de vegetación es el mayor factor de peligro para los endemismos, pero no sólo para los endemismos independientemente de que sean locales o pancubanos, sino para todo el ecosistema, ya que compromete la existencia del no equilibrio dinámico previamente existente.

Aumento en las poblaciones de especies invasoras

Tal es el caso del marabú (*Dichrostachys cinerea*), el aroma (*Acacia farnesiana*) y el *Heteropogon contortus*, pues la tala, desbroce y quema de la vegetación original para pastos y cultivos, y el abandono posterior de ésta, ha dado paso a la propagación de estas especies invasoras.

2.2.1 Resultados de la valoración económica de afectaciones ambientales en la Reserva Ecológica “La Coca”

Tal y como se definió en el capítulo metodológico del presente informe, para la valoración económica de las afectaciones ambientales identificadas con una importancia alta o media, se tuvieron en cuenta dos elementos fundamentales:

1. el valor de la pérdida o degradación de las existencias del recurso, y
2. los costos asociados a la recuperación o restauración del recurso, y a la mitigación de la afectación.

Para el caso de esta área protegida, las afectaciones ambientales con un nivel de importancia alto se concentran en torno al cuabal, que es además la formación vegetal sobre la que existen intereses de conservación en el área. A partir de la información disponible⁴ y teniendo en cuenta los dos elementos antes mencionados a tener en cuenta en el proceso de valoración económica de las afectaciones, se pudo valorar para el caso de esta reserva ecológica tanto la pérdida y degradación de las existencias del recurso, como los costos asociados a la recuperación del mismo y la mitigación del impacto, lo que de ser considerado en el contexto institucional adecuado, puede considerarse como una información muy valiosa para la toma de decisiones en cuanto a los recursos naturales presentes en dicha área.

En total se identificaron cinco afectaciones relacionadas con esta formación vegetal, diferenciándose en cada caso las acciones antrópicas que propiciaron su degradación. Sin embargo, la información de que se disponía para la valoración económica, no permitió ser consecuente con la diferenciación establecida de ahí que se decidiera agrupar todas estas afectaciones en una sola quedando reelaborada como **pérdida y degradación de la cobertura de cuabal**.

Para el caso del valor de la pérdida o degradación de las existencias del recurso cuabal, dado que se conoce a partir de los resultados del proyecto anterior, que el valor económico de los bienes y servicios relacionados con sus capacidades para la retención de carbono, para la confección de piezas de artesanía y para la elaboración de medicamentos, asciende a \$ 78.598,42 CUC/ha/año (ver Tabla 1), pues se infiere entonces que esta cifra se correspondería con el valor económico de la pérdida de las funciones ambientales asociadas al cuabal.

Es necesario recordar que este componente del valor económico de la afectación ambiental podría ser más alto si se considerase que no fueron evaluados otros bienes y servicios ambientales que incrementarían aún más el monto de la pérdida del recurso, por lo que el equipo considera que el valor por este concepto debe ser mucho más alto. Para este caso, se emplearon métodos objetivos dado que se trabajó directamente con los precios de mercado promedios de los bienes y servicios que se derivan de la presencia de este recurso vegetal, por lo que luego fuera necesario sólo multiplicar dichos precios por las existencias de los diferentes individuos identificados con dichas propiedades, así como por el área afectada.

En el caso de la valoración económica de la recuperación del recurso dañado y la mitigación de la afectación ambiental, se emplearon diferentes métodos de costos, cuyos resultados se sintetizan en la siguiente tabla, donde además se incluye el estimado económico por la pérdida del valor de uso del cuabal referido anteriormente:

⁴ Incluyendo la información generada por la tesis de maestría defendida en el 2009 por uno de los miembros del proyecto.

Tabla 1. Valor Económico del Costos Económicos de la afectación ambiental al cuabal

Costos Económicos (CUC/Ha./año)		Aranguren	Baños del Boticario	Costo Total (CUC/Ha./año)
Estimado Económico por valor de uso	Plantas medicinales (técnica beneficio bruto)	1.066,79	2.799,28	3.866,07
	Plantas Artesanales	57.601,76	17.120,00	74.721,76
	Retención de Carbono (teniendo en cuenta 1 ton de CO ₂ =25 CUC)	10,59		10,59
Subtotal				78.598,42
Costo de la Sustitución de de las Disminuciones	Acondicionamiento del vivero	16.180,05		16.180,05
	Reproducción de Posturas	199.410,30		199.410,30
Subtotal				215.590,35
Costos de Restauración	Preparación del Terreno y Plantación	2.500,73	1.526,8	4.027,53
Costos de Mantenimiento	Gastos en mano de obra y otros recursos materiales para el mantenimiento del cuabal	1.360,47	832,51	2.192,98
Costos de Protección contra la Ocurrencia de Incendios	Construcción y mantenimiento de trochas corta fuegos	2.765,09	1.689,90	4.454,99
Total				304.864,28

Fuente: Ferro Azcona (2009).

En este caso, en la tesis de maestría de Ferro Azcona (2009), solo fue posible determinar los costos asociados a la recuperación del recurso y la mitigación de sus afectaciones ambientales para dos de los cuatro núcleos de cuabal que aún quedan en el área protegida, por lo que el costo total de la afectación ambiental determinado para 1 Ha/año se considera estaría por debajo de lo que realmente implicó la pérdida y degradación del cuabal en el resto de la Reserva Ecológica La Coca.

Aún así, la suma de los diversos costos económicos hallados permitió determinar un estimado del valor económico de la afectación ambiental, el cual equivale a un monto de **\$ 304.864,28 CUC/ha** solamente considerando dos de las áreas que componen la Reserva Ecológica La Coca. De extrapolarse este valor a nivel de Reserva el impacto ambiental tendría un valor de **\$ 3.652.892,02 CUC/ha**.

Resulta algo preocupante a raíz de los cálculos hechos y del resultado obtenido, el hecho de que el valor de las acciones para la recuperación y mantenimiento del cuabal sean extremadamente altos en comparación con el valor de la pérdida de las funciones ambientales de dicha formación vegetal, con lo cual se quisiera puntualizar que de mantenerse la tendencia histórica de degradación del cuabal, el costo de oportunidad de no mitigar la afectación se incrementaría ante la inacción en este sentido.

2.2.2 Consideraciones teórico-prácticas sobre algunas afectaciones ambientales de la Reserva Ecológica "La Coca" no valoradas económicamente

A continuación, se relacionan algunas consideraciones de carácter teórico-práctico sobre las afectaciones ambientales no valoradas económicamente, lo que de por sí constituirían temáticas a desarrollar en futuras investigaciones.

Cambio en las características físico/químicas y estructurales del suelo por el humedecimiento producto de la presencia del embalse

Los suelos pueden ser más o menos permeables dependiendo de su estructura interna y su composición mecánica, su porosidad, permeabilidad, compactación y otras características. Sin embargo, una presencia constante de un cuerpo de agua sobre los suelos hace variar tanto las características químicas, como estructurales de los mismos. Las características físico-químicas varían por la presencia permanente del agua o su incidencia periódica en la estructura del suelo, lo que provoca que las mismas varíen,

adquiriendo el suelo características más hidromórficas. Por otra parte el peso de una columna de agua sobre el suelo provoca cambios en la estructura mecánica y en la compactación de los mismos.

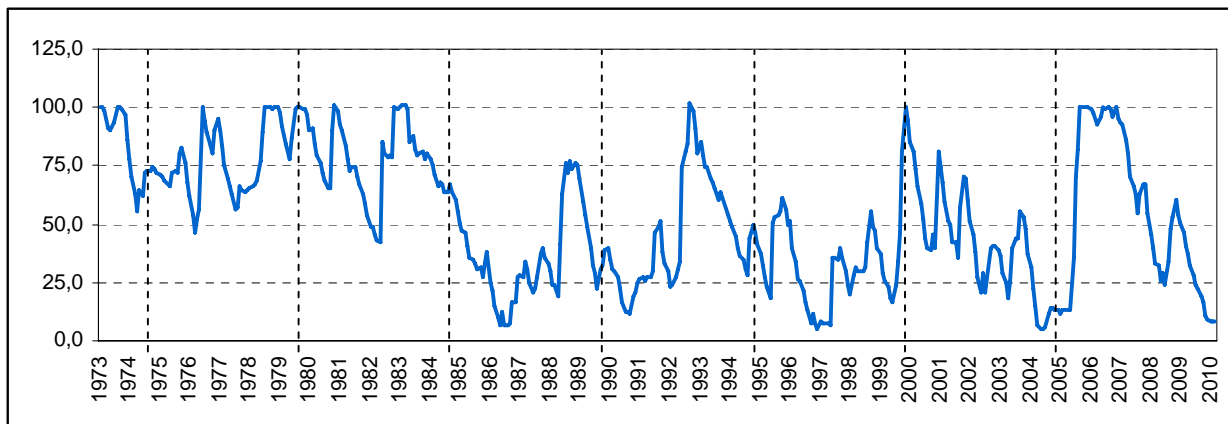
En este caso se identificó como posible técnica a emplear para la valoración económica de la afectación, la del cambio en la productividad, para la cual se requiere conocer la productividad del suelo antes y después de producida la afectación, obteniéndose un diferencial que se multiplicaría por el área afectada, sólo que para este caso no se logró obtener datos anteriores a 1968 en que se construyó el embalse.

Cambio en la red de drenaje por la construcción del embalse

El anegamiento del cauce de un río, generalmente en una garganta del mismo que reúna las condiciones propicias para que se realice una obra ingeniera lo más segura y barata posible, cambia la dinámica de la red fluvial y la morfología de la misma. Desde el momento mismo en que un porción del cauce es inundado se desencadenan una serie de cambios que van desde transformaciones del microclima local hasta el cese de aporte de sedimentos aguas abajo del embalse.

En este caso, se tuvo en cuenta la capacidad máxima de llenado del embalse en términos de volumen que equivale a 11,68 Hm³, por lo que se pudiera inferir ante la falta de un estudio de los cambios en los flujos hídricos asociados a la construcción de dicha presa, que el volumen de llenado mensual experimentado por ésta desde su puesta en funcionamiento hasta la fecha actual (ver Gráfico 1), sería un indicador que daría alguna medida del volumen de agua total que dejó de drenar por dicha cuenca, aunque al no poder asumir que la distribución de dicho volumen sea homogéneo en cualquiera de las secciones de ésta que se analicen, no se pudiera conocer entonces el efecto real que tuvo este cambio en red de drenaje inicial. En este caso se tuvo también en cuenta el gasto sanitario establecido para este embalse de 13 litros por segundo, según la Resolución No. 24/99 del INRH.

Gráfico 1. Comportamiento mensual del llenado del embalse La Coca, de enero de 1973 hasta marzo del 2010 (%)



Fuente: Elaborado por los autores a partir de datos de llenado mensual del embalse captados en el INRH (ver Anexos 5-A y 5-B).

En este sentido, estimar un valor económico de la afectación ambiental requeriría conocer el efecto que dicho cambio en la red de drenaje, produjo en las características del suelo, en la vegetación del lugar, así como en el microclima, por lo que al no contar con esos resultados no se podría realizar una aproximación a dicho valor económico, así como tampoco identificar el método de valoración que se ajuste a la manifestación espacio-temporal de la afectación en cuestión.

O sea, sería necesario delimitar dentro de las diferentes funciones ambientales de los recursos que se ven afectados por esta afectación, que parte del valor económico de las mismas, varía a partir de los cambios en la red de drenaje lo que a la luz de la información disponible resulta imposible.

Afectación al equilibrio dinámico existente entre la fauna por la introducción de especies exóticas de animales

Se han introducido una serie de especies exóticas de animales como por ejemplo: peces, vacas, chivos, caballos, perros, gatos, ratas, cucarachas, mosquitos y hurones, independientemente de la intencionalidad o no de estas acciones. Estas especies alteran las relaciones de no equilibrio dinámico existentes previamente en el paisaje ya que traen consigo nuevas dependencias y competencias entre depredador-depredado, parásito-hospedero y pródigo-planta, influyendo también sobre la dispersión de los propágulos.

En este caso, no se cuenta con un inventario completo de las diferentes especies exóticas de animales en años posteriores, por lo que resulta difícil aplicar la técnica del Valor Económico Total, asumiendo para determinar el valor económico de la afectación ambiental que su monto total se correspondería a la suma de los valores individuales de los diferentes bienes y servicios ambientales asociados a dicha fauna. Tampoco se podría aplicar la técnica de la transferencia de valor dado que en este caso, no se tienen referencias similares dentro del país, y extrapolar un valor de experiencias internacionales introduciría un resultado totalmente divergente con la realidad del territorio.

2.3 Propuesta de acciones para el manejo de los recursos en la Reserva Ecológica "La Coca"

Como se puede apreciar, tanto en los comentarios en torno a la importancia económica del cuabal como en lo referente a la valoración económica de las afectaciones ambientales a las que este recurso se ha visto expuesto, están implícitas una serie de acciones antrópicas que sobre todo desde la segunda mitad del siglo XX, han venido menoscabando la diversidad biológica que el mismo encierra, y por tanto han propiciado la disminución del valor económico inherente al mismo.

Es así, que una vez valoradas estas afectaciones ambientales, se puede tener una idea más clara sobre las acciones que se deben llevar a cabo para lograr restaurar el recurso y mitigar sus afectaciones, para en la medida de lo posible llevarlo a su estado inicial o al menos que se recupere una buena parte de la diversidad perdida.

A continuación se detallan las principales acciones que a propuesta del equipo se deben llevar a cabo en la zona de la Reserva Ecológica La Coca:

1. Actualizar el plan de manejo de la Reserva Ecológica "La Coca" una vez aprobada ésta como área protegida, de manera que se cuente con un mayor apoyo para la labor de conservación y de restauración de las especies vegetales endémicas.
2. Establecer un control y monitoreo sobre los fuegos intencionales y de otras acciones antrópicas que atentan contra la conservación del cuabal, mediante el fortalecimiento de un cuerpo de guardabosques que pueda hacer frente a ello,
3. Propiciar la siembra de especies formadoras de suelos durante las primeras etapas del trabajo de recuperación del cuabal, de manera que una vez mejorada la calidad ambiental del suelo, se de paso a la regeneración natural del cuabal,
4. Construir un vivero cercano al área protegida, de manera que propicie el control de las disminución existente de las especies endémicas asociadas al cuabal; y garantizar las labores de mantenimiento de las nuevas plantaciones silvícolas que se establezcan con fines de restauración,
5. Fomentar el desarrollo de proyectos de ecoturismo en la zona de la reserva Ecológica La Coca, como una vía para captar ingresos que luego sean redistribuidos en función de la conservación del área protegida

CAPÍTULO 3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES EN LA FRANJA HIDRORREGULADORA DE LA CORRIENTE PRINCIPAL DEL RÍO GUANABO

3.1 Importancia económica de los recursos naturales de la franja hidrorreguladora

En el ámbito mundial para el manejo de las zonas ribereñas ha primado un sentido utilitario, centrado en la fertilidad de los suelos y la utilidad del propio bosque. Solo en fecha reciente, en el marco de la problemática del agua y sus correspondientes nexos con la situación del bosque se ha modificado la percepción sobre los valores de las franjas hidrorreguladoras transformando las acciones orientadas a su gestión sostenible.

En Cuba, en función de la rehabilitación de los bosques de galería se diseñaron y establecieron las franjas hidrorreguladoras. Por años se ha venido trabajando en su establecimiento, pero en 1997, con la constitución de la Comisión Nacional de Cuenas Hidrográficas se fortalecieron y activaron las labores en la materia. Aún en esa perspectiva, pueden reconocerse conflictos diversos en dichos bosques, situación dentro de la cual, la cuenca del río Guanabo no resulta una excepción, pero sí un adecuado modelo para propiciar un acercamiento interpretativo a los bienes comunes generados por tales bosques, así como los problemas de su rehabilitación y los costos concurrentes en la materia.

Entre los problemas ambientales más significativos identificados se pueden mencionar la fragmentación extrema de la franja hidrorreguladora debido en gran medida a la variedad de tenencias de la tierra que existe: los cuerpos de agua pertenecen al INRH (encargado del funcionamiento y mantenimiento de la franja), Empresa de Cultivos Varios, Empresas Pecuarias, y en los últimos tiempos a la entrega de tierras, organizadas en fincas forestales, con fines de reforestación para su protección que no ha sido todo lo eficiente que se pensaba y ha debilitado la protección de los cuerpos de agua, trayendo consigo la fragmentación de la franja, y el desarrollo de cultivos de subsistencia, que han venido a empeorar su situación ambiental. También se ha observado que la tenencia de la tierra no está siendo rectorada en áreas del patrimonio hidrorregulador, aplicándose insuficientes tratamientos técnicos y mostrando una evidente incompatibilidad en las acciones entre entidades rectoras.

Aunque la franja hidrorreguladora ha sido identificada tradicionalmente por su función protectora de agua y suelo, basada en la presencia de los bosques primarios o en galería, en ella se encierran valores asociados a otras funciones y servicios ambientales, y a la utilización de esta vegetación primaria en diferentes actividades socioeconómicas que por mucho tiempo fueron subestimados a la luz de las ventajas económicas devenidas de la utilización de las tierras ribereñas.

Estos bosques cumplen funciones de gran importancia como la regulación de caudales, estabilización de la temperatura del agua y su consiguiente influencia en la vida acuática, retención y reciclaje de sustancias químicas nocivas a la salud. *Igualmente contribuyen a fomentar la biodiversidad sirviendo de refugio y alimentación a la fauna silvestre e influyen notablemente en la purificación de la atmósfera y el mejoramiento del paisaje* (NC 23-1999).

Por su importancia económica, los tipos de vegetación del bosque semidecíduo mesófilo secundario degradado, de los matorrales y herbazales secundarios, y de las vegetaciones ruderal y vegetal presentes en toda la franja estudiada, constituyen reservas forestales con 8 especies de uso artesanal; 1 especie que pudiera ser comestible por el hombre y 4 especies por los animales; 12 especies maderables y 9 con propiedades medicinales; 2 especies melíferas; 6 ornamentales y 3 especies tóxicas al hombre y los animales (Anexo 1).

Resulta importante señalar que en períodos anteriores al actual, e incluso antes de la década de los 80, esta importancia económica expresada en términos de los usos socioeconómicos de cada especie, era mucho mayor dado que llegaron a existir al menos 49 especies en dicha franja, de las cuales sólo quedan actualmente 13, a las que se adicionan invasoras como el aroma y el marabú, que atentan contra la conservación y recuperación de la misma (Anexo 1). Entre las acciones más agresivas podemos identificar la tala, roza y quema de la vegetación, y el desarrollo de la ganadería, ocupando ésta última, la mayor parte de la zona degradada de la franja hidrorreguladora.

También como condicionante a esta diferencia tan marcada en la representatividad de los usos socioeconómicos de cada especie, podemos mencionar los procesos y modelos socioeconómicos aplicados en diferentes períodos, donde como factor común, emergen las preferencias sobre el uso comercial de las especies vegetales en un primer momento y del suelo en un segundo momento, por sobre el conservacionista o de un uso racional de los recursos vegetación, suelo y agua; lo que además ha implicado en términos de costo de oportunidad de las decisiones tomadas, que se hayan menospreciado los beneficios económicos intangibles dejados de percibir con tal de potenciar el valor instrumental de los bosques de galería que antaño existieron en la esta zona.

En el proyecto anterior a este, denominado “*Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la Cuenca del Río Guanabo*”, se realizó una identificación de los diferentes bienes y servicios ambientales que la franja hidrorreguladora de la corriente principal del río Guanabo provee, brindándose una primera aproximación al valor económico total de dicho recurso natural.

En aquella oportunidad, se determinó un valor económico de los bienes y servicios relacionados con sus capacidades para la retención de carbono, y el desarrollo de la actividad ganadera (ésta última función relacionada con la propiedad de los suelos aluviales de la franja de propiciar el crecimiento de pastos de calidad para el pastoreo de ganado mayor), equivalente a un total de \$ 70,93 CUC / ha, considerándose al respecto, que ésta constituye una cifra baja dada la poca representatividad del resto de las funciones ambientales identificadas, donde además se incluyen las vinculadas a las funciones protectoras y de conservación de dicha franja, además de las relacionadas con el *valor de existencia y de legado*, las que poseen un mayor peso en el valor económico-ambiental del recurso.

Aún así, estos valores determinados con anterioridad permitieron hacer un acercamiento a la importancia económica de la franja hidrorreguladora, que a pesar de encontrarse degradada, constituye un recurso valioso.

3.2 Valoración económica de las afectaciones ambientales en la franja hidrorreguladora

A partir de la identificación, evaluación y jerarquización de las afectaciones ambientales que se vienen manifestando en esta franja desde hace tiempo, y reflejadas en el resultado anterior, se decidió que por su relevancia para la conservación de este espacio natural, fueran valoradas económicamente aquellas afectaciones que tuviesen un nivel alto o medio de importancia, asumiendo además que dichos criterios pueden contribuir a establecer prioridades en términos de inversión económica para la recuperación de los recursos afectados o de mitigación del efecto de cada afectación ambiental en particular.

En el caso de las afectaciones ambientales en la franja hidrorreguladora que tuviesen una importancia alta o media, sólo se pudo valorar una de ellas, dado que los niveles de información disponible no permitían extender el alcance de la valoración económica al resto de las afectaciones identificadas. Tal y como se definió en el capítulo metodológico del presente informe, para la valoración económica de estas afectaciones ambientales se tuvieron en cuenta dos elementos fundamentales:

1. el valor de la pérdida o degradación de las existencias del recurso, y
2. los costos asociados a la recuperación o restauración del recurso, y a la mitigación de la afectación.

3.2.1 Resultados de la valoración económica de afectaciones ambientales en la franja hidrorreguladora

A partir de la información disponible, se consideró valorar económicamente la afectación relacionada con la **pérdida y degradación del bosque ripario**, lo que coincide con el principal recurso a conservar dentro del área de la franja hidrorreguladora. Desde el punto de vista del valor de la pérdida de las existencias del recurso bosque que antaño existió en esta zona de la cuenca, no fue posible incorporar los resultados obtenidos en el proyecto anterior sobre el valor económico total de las funciones ambientales de la franja hidrorreguladora, dado que la base informativa que se requiere no era consistente con la que se generó en esa ocasión, aunque sí se incorporan de manera parcial dichos resultados obtenidos con anterioridad, al análisis cualitativo de la afectación ambiental en cuestión.

De esta manera, la afectación fue valorada mediante la técnica del costo de reposición, ya que se contaba con los costos de los diferentes tipos de manejo establecidos para la recuperación de bosques por el MINAG, y con los niveles de cobertura para los períodos 1985-2001 y 2001-2005, lo que hizo posible aplicar dicha técnica. Aún así, se reconoce que anterior a 1985, la degradación del bosque fue mayor en cuanto a nivel de cobertura y representatividad de especies, por lo que al no contarse con esta información, no se pudo extender la valoración económica de la afectación al período precedente.

En el procedimiento para el cálculo del valor económico de la afectación, se siguieron los siguientes pasos:

1. Identificación de la dinámica seguida por el patrón de degradación de la franja hidrorreguladora durante el período precedente para interpolar en el futuro, la tendencia que seguirá este patrón;
2. Definición de los requerimientos de escala espacial y temporal a tener en cuenta para la restauración del área degradada o pérdida de la franja hidrorreguladora;
3. Diferenciación y agrupamiento del área cubierta de vegetación propia de la franja, del área del resto de la franja⁵;
4. Determinación del período de recuperación total del cien por ciento de la cobertura de la franja y de las variaciones que experimentarían el área cubierta de bosques y el área no cubierta de bosques a recuperar durante dicho período;
5. Identificación de los costos de manejo asociados a cada tipo de agrupamiento de cobertura vegetal;
6. Multiplicación del valor económico de las medidas de manejo por el área a recuperar en cada agrupamiento de cobertura vegetal definido para la franja hidrorreguladora,
7. Agregación de los valores económicos anuales asociados a la recuperación de la cobertura vegetal de la franja hidrorreguladora.

A partir de los datos sobre la cobertura del suelo en la franja hidrorreguladora y su dinámica en el tiempo, generados en el resultado anterior, se pudo determinar que como promedio, el bosque semideciduo degradado de la franja experimentó durante el período 1985-2005 un crecimiento, que en términos de tasa, equivale a 0,0789 Ha / año, la cual que se asume como supuesto, constante en el tiempo. O sea, a pesar de la degradación que se ha manifestado en dicha franja, ésta se ha estado recuperando en los últimos años a razón de la cuantía expresada en la tasa de crecimiento antes referida. Esto implica entonces, que para calcular el área a recuperar en la franja hidrorreguladora y los costos de dicha recuperación, se deben tener en cuenta las variaciones que experimentarían tanto la zona de bosque semideciduo degradado, como el resto de la franja, quedando éstas reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Dinámica espacio-temporal esperada de los agrupamientos de cobertura vegetal en la franja hidrorreguladora

Agrupamientos de la cobertura vegetal en la franja hidrorreguladora	UM	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bosques semideciduos degradados, Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentinita (Cuabal) y Bosques de mangles	Ha	5,19	5,59	6,04	6,51	7,03	7,58	8,18	8,82	9,52	10,27	11,08	11,96	12,90
Resto de la franja hidrorreguladora (zona degradada de bosque ripario a recuperar)	Ha	7,43	7,02	6,58	6,10	5,59	5,03	4,44	3,79	3,10	2,34	1,53	0,66	0,00

Fuente: Cálculos realizados por los autores a partir de los datos de uso del suelo en el período 1985-2005 e interpolados al período actual teniendo en cuenta una tasa de crecimiento de la cobertura de bosque en la franja de 0,0789 Ha / año.

⁵ En este caso, se asume como supuesto que los costos propios del manejo de bosques asociados a cada tipo de cobertura vegetal en la franja son diferentes. Por ejemplo: en el área de bosque semideciduo degradado, no se requerirían las mismas acciones de manejo ni tampoco la misma cantidad de recursos, mientras que en zonas de la franja ocupadas por pastos o especies invasoras, se requeriría primero eliminar el tipo de cobertura vegetal actual, para luego emprender las diferentes labores de manejo.

Como se puede apreciar en los resultados expuestos en la tabla 2, bajo el supuesto de que la cobertura de bosque semideciduo crezca anualmente a una tasa de 0,0789 Ha, pues entonces para el 2022, es decir, dentro de trece años, se esperaría que se recupere el cien por ciento de la franja hidrorreguladora.

Si bien el criterio bajo el cual este supuesto fue definido puede ser criticable por otros especialistas, el equipo considera que como hipótesis es válida, ya que además de los datos que lo respaldan, se da el hecho de que desde el año 2005, se viene realizando un trabajo aún discreto pero sostenido, por parte de la Unidad Silvícola de Habana del Este en diferentes áreas de la cuenca, con lo cual se pudiera adicionar entonces que ante la presencia del sector forestal, se logre mantener un crecimiento en la cobertura de la franja hidrorreguladora, que incluso pudiera ser más rápido de contar ésta entidad con un mayor apoyo.

Siguiendo el procedimiento antes mencionado, la identificación de los costos para el manejo de los bosques se realizó a partir de los datos brindados por la especialista principal del área de producción de la Unidad Silvícola de Habana del Este (Anexo 2), en los cuales se diferencian como tipos de manejo:

- (1) el establecimiento de plantaciones;
- (2) la regeneración natural; y
- (3) la reconstrucción de bosques.

Así, se asumió que para los dos agrupamientos de la cobertura vegetal en la franja hidrorreguladora formulados en la Tabla 2, se deben tener en cuenta, por una parte, los costos por hectárea asociados a la regeneración natural y a la reconstrucción de bosques (\$ 3.266,34 / Ha) para el caso del área cubierta por el bosque semideciduo degradado, el cuabal y los bosques de mangle; y por otra, el total del costo por hectárea de los tres tipos de manejo antes mencionados (\$ 4.129,70 / Ha) para el caso del resto de la franja hidrorreguladora, que sería la zona degradada de bosque ripario a recuperar.

Esta identificación diferenciada de los costos para uno u otro tipo de agrupamiento de la cobertura vegetal, obedece al supuesto de que en zonas donde la franja se encuentre medianamente conservada, como es el caso del área cubierta de bosque semideciduo degradado, los costos de establecimiento de plantaciones no serían significativos ya que se trata de una zona donde ya existen las especies propias de la franja, y las plantaciones que se pudieran establecer serían de carácter puntual; mientras que en el segundo caso del resto de la franja, se incluirían los tres costos puesto que se trata de zonas donde se debe eliminar por completo la cobertura actual existente e introducir las especies propias de dicha franja.

Como elemento importante a señalar, está el hecho de estos costos fueron tomados de los diferentes proyectos que financia el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF) a través de la Unidad Silvícola de Habana del Este en diferentes fincas forestales ubicadas en zonas de la cuenca del río Guanabo que abarcan parte de la franja hidrorreguladora, con lo cual se asegura que la información de base se ajuste a las características del área que se analiza. También se cuenta con la información relativa al por ciento de supervivencia de especies vegetales seleccionadas (Anexo 3) en dichas fincas forestales, lo que permite adicionalmente tener en cuenta que las medidas emprendidas por dicha unidad silvícola, poseen una relación costo-efectividad favorable y consistente con el objetivo implícito en las acciones de recuperación de la franja hidrorreguladora, de ahí que se refuerce la hipótesis implícita en la valoración de la recuperación de la franja de tener en cuenta una tasa de crecimiento acumulativa para la cobertura vegetal de la misma.

Una vez identificados los costos de manejo a aplicar para cada uno de los agrupamientos de la cobertura vegetal identificados en la franja hidrorreguladora, se procedió a multiplicarlos por la dinámica esperada en hectáreas que cada tipo de agrupamiento experimentaría hasta lograr la recuperación total de la franja. Esto permitió agregar los costos de recuperación para cada tipo de agrupamiento de cobertura vegetal y determinar entonces el valor total del costo de recuperación esperado para la franja hidrorreguladora (Tabla 3), teniendo en cuenta que se cumplan los supuestos definidos con respecto a la dinámica espacio-temporal esperada (Tabla 2), y los niveles de supervivencia actuales para especies vegetales seleccionadas (Anexo 3).

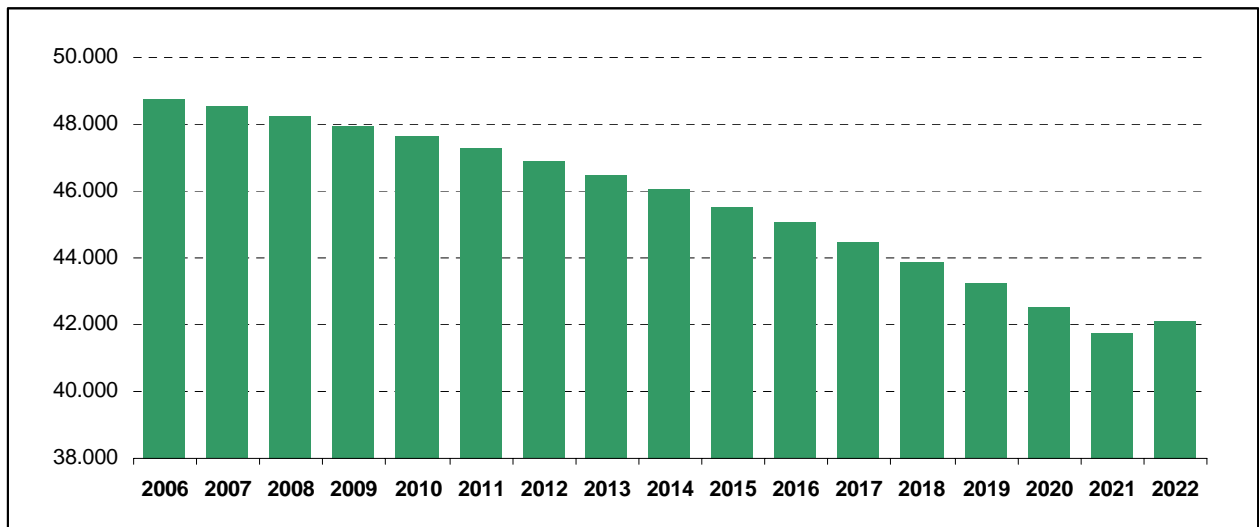
Tabla 3. Costo de Recuperación Total y para períodos de tres años según tipos de agrupamiento de la cobertura vegetal en la franja hidrorreguladora

Tipo de agrupamiento de la cobertura vegetal en la franja hidrorreguladora	2005-07	2008-10	2011-13	2014-16	2017-19	2020-22	Total
Bosques semidecíduos degradados, Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentinita (Cuabal) y Bosques de mangles	37.571,6	47.184,9	59.258,0	74.420,1	93.461,7	117.375,5	429.271,8
Resto de la franja hidrorreguladora (zona degradada de bosque ripario)	108.786,0	96.631,7	81.367,5	62.197,7	38.122,9	9.059,3	396.165,0
Totales	146.357,6	143.816,6	140.625,4	136.617,8	131.584,7	126.434,8	825.436,8

Fuente: Elaborado por los autores a partir de los datos brindados en la Unidad Silvícola de Habana del Este (2010)

Como se puede apreciar en la Tabla 3, el **Costo Total de Recuperación** de la franja hidrorreguladora ascendería a unos **\$ 825.436,8** hasta el año 2022 en que se espera se recupere dicha franja por completo.

Gráfico 2. Comportamiento del Costo de Recuperación de la cobertura vegetal de la franja hidrorreguladora



Fuente: Elaborado por los autores a partir de los cálculos del costo de recuperación de la franja hidrorreguladora.

De cumplirse los supuestos antes enunciados, se apreciaría entonces que el costo anual de recuperación de la franja, tendría un comportamiento decreciente en el tiempo (Gráfico 2), lo cual resulta algo lógico, dado que en la medida en que se vaya recuperando la cobertura de la franja, el área totalmente degradada sería cada vez menor, por lo que disminuirían gradualmente en el tiempo, los gastos asociados a los diferentes tipos de manejo que se establezcan en función de dicha recuperación.

De este análisis se deduce que para llevar a cabo esta recuperación bajo el ritmo propuesto, se requeriría contar con un monto de financiamiento nada despreciable para poder hacer frente desde los primeros años, a los diferentes tipos de manejo encaminados a la recuperación de la franja.

Finalmente, es necesario recalcar, que el valor económico determinado para la afectación ambiental denominada **pérdida y degradación del bosque ripario** constituye una aproximación inferior al valor real de la afectación, dado que en el procedimiento de cálculo de la misma, no fue posible incluir el valor económico asociado a la pérdida de las funciones ambientales inherentes a dicha franja hidrorreguladora, debido a que, ante la no existencia de datos históricos referentes a la representatividad por especies vegetales presentes en la franja, no se pudo calcular el valor de la pérdida de dichas funciones mediante comparación de escenarios e incorporar así los resultados alcanzados en el proyecto anterior.

3.2.2 Consideraciones teórico-prácticas sobre algunas afectaciones ambientales de la franja hidrorreguladora no valoradas económicamente

A continuación, se relacionan algunas consideraciones de carácter teórico-práctico sobre las afectaciones ambientales no valoradas económicamente, lo que de por sí constituirían temáticas a desarrollar en futuras investigaciones.

Disminución del caudal en el tercio medio e inferior por la regulación de los dos tributarios y la conformación de las presas La Coca y La Zarza

En la parte inferior del tercio medio del río, y producto de la baja posición hipsométrica de la llanura deltaica, existen áreas de empantanamiento y el mismo se remansa por la acción combinada de éste y de cierta influencia que recibe del mar. En la cuenca se han construido algunas presas que además de servir de abasto de agua a la población y la agricultura, realizan la función de control de crecidas en la parte baja de las cuencas (Tabla 3).

Tabla 4. Datos sobre los embalses construidos en el área de la cuenca del río Guanabo

Río	Embalse	Área de la cuenca (km ²)	Capacidad del embalse (10 ⁶ m ³)	Gasto máximo de vertimiento (m ³ /s)
Guanabo	La Zarza	31.1	17.4	444
Guanabo	La Coca	23.2	11.8	474

Fuente: Reyes et al. (2006) a partir de datos brindados por el INRH.

En este caso, se identificó como técnica de valoración la de cambios en la productividad, a partir de inferir que esta disminución del caudal incide directamente sobre la productividad de las actividades agropecuarias que se desarrollan en esa zona de la cuenca, sólo que para poder establecer una comparación de escenarios, no se logró contar con la información de carácter histórico de los niveles de productividad ganadera y agrícola anterior a la construcción de estos embalses.

Disminución cuali-cuantitativa del flujo hídrico

Entre los problemas ambientales más significativos identificados se pueden mencionar la fragmentación extrema de la franja hidrorreguladora debido mayormente a la variabilidad del uso de la tierra y a los pocos controles por parte del INRH para la regulación y mantenimiento de dicha franja condicionan que el flujo hídrico se haya empobrecido a todo lo largo de la cuenca, con el consiguiente daño ambiental que esto trae aparejado.

Al no existir una franja hidrorreguladora, la erosión hídrica de las márgenes aumenta, con el consiguiente aumento de sedimentos en suspensión, en ocasiones tienen lugar lluvias súbitas con una alta intensidad que producen la abrupta crecida de pequeños arroyos y ríos con la consecuente inundación y destrucción en la llanura o plano de inundación y primeras terrazas de las corrientes fluviales, desprotegidas por carecer del bosque ripario. La crianza de animales próximo a las márgenes así como la existencia de cultivos de subsistencia en esos espacios trae aparejado una disminución de la calidad del flujo hídrico, producto de los desechos tanto orgánicos como químicos que tienen estas actividades productivas.

En el caso de esta afectación, se decidió que metodológicamente, era viable su valoración económica de manera conjunta con la anterior dado que ambas están estrechamente vinculadas, además de que la técnica de los cambios en la productividad, recogería también los cambios de tipo cualitativo en dicha variación del flujo hídrico.

Afectación a la estabilidad de las márgenes del río

El desarrollo de la agricultura hasta las márgenes del río provoca un deterioro de las mismas, puesto que estas siembras requieren de medidas agrotécnicas como pueden ser el laboreo de la tierra, la fertilización

etc., lo que provoca no solo que existan derrumbes de los materiales de las márgenes, si no el empobrecimiento en la calidad del flujo hídrico.

Por otra parte la introducción de especies foráneas, lejos de ayudar a la estabilidad de las márgenes y servir de regulación hídrica, el efecto es totalmente contrario, por ejemplo el eucalipto, especie introducida, es una especie que se utiliza para desecar terrenos cenagosos, la casuarina, también es una especie exótica la cual puede invadir la desembocadura del río y desplazar especies autóctonas.

A juicio del equipo, la afectación a la estabilidad de las márgenes del río igualmente se puede valorar a partir de cambios en la productividad, sólo que en este caso no se tienen referencias bibliográficas de que se haya valorado una afectación similar bajo esta técnica. En este sentido, debe puntualizarse que sería necesario acotar los cambios en la productividad solamente a la zona correspondiente a las márgenes del río, de lo cual no se tienen referencias.

Pérdida de diversidad biológica

La pérdidas de la diversidad biológica, la mala conformación de la estructura de la vegetación de la franja en cuanto a la densidad de individuos establecidos (por exceso o defecto), están incidiendo en el establecimiento de especies alóctonas que imponen riesgos de competencia con las especies autóctonas. La reforestación en esta zona no ha tenido una buena orientación ni sustentación debido a la pobre supervivencia de las especies en los viveros, el desconocimiento de las especies propias del lugar y del entorno en el que se encuentran, pues las fincas tienen tierras dentro del área protegida y hay especies que pudieran representar peligro para la subsistencia de otras que son típicas del área. Es por ellos que se recomienda atender a lo que está estipulado en la NC 93-01-206 "Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales", donde se considera que la zona de protección de los embalses puede llegar hasta 30 m a partir del espejo de agua y la de los cauces fluviales hasta 15 m.

Las tres secciones del río identificadas -desembocadura, media y cabezadas-, se encuentran bajo presión de las actividades humanas, que ha transformado total o parcialmente las zonas ribereñas. Sólo quedan relictos del bosque ripario hacia las fuentes originales del río, aunque su presencia se ve afectada por la existencia de especies invasoras.

En la desembocadura existen cultivos ornamentales (jardines), acompañados de las vegetaciones ruderal, segetal y restos de costa arenosa y bosques de mangles donde se observan la yana (*Conocarpus erectus*); patabán (*Laguncularia racemosa*) y mangle prieto (*Avicennia germinans*). El deterioro del bosque ripario sigue una tendencia irreversible, excepto en las cabezadas y en los cuabales, donde la regeneración puede demorar de 50 a 100 años.

En este sentido, la valoración económica de la pérdida de diversidad biológica, requeriría que se comparen en dos escenarios distantes en el tiempo y representativos de los cambios en dicha biodiversidad, para lo cual se requeriría identificar entre otras cuestiones, las funciones ambientales inherentes a cada una de las especies vegetales presentes en ambos períodos, para entonces a partir de conocer la representatividad de éstas especies en la franja sumarizar los valores individuales del valor económico total de cada especie, multiplicando estos resultados por la cantidad de individuos y por el área que éstas abarquen. En este sentido, al no poder reconstruirse la representatividad de especies por hectárea en épocas anteriores a la actual, no se pueden calcular dichos valores, aunque sí se logró identificar las especies que debieron existir en la franja y los usos socioeconómicos propios de cada una (ver Anexo 1).

Invasión de especies foráneas asociada a la deforestación

Introducción de especies alóctonas. En el bosque de galería que atraviesa al semidecíduo mesófilo hay presencia en el estrato arbóreo de individuos viejos de yamagua (*Guarea guidonia*), que subsistieron por causas desconocidas a pesar de los embates transformadores del hombre. En el estrato arbustivo abunda la vegetación ruderal (cerca de las viviendas y demarcando caminos y terraplenes) y segetal (parasitando a los cultivos), así como los matorrales secundarios, ricos en marabú (*Dichrostachys*

cinerea), aroma (*Acacia farnesiana*), y una expansiva endémica, el rompezaragüey (*Vernonia menthifolia*).

El caso de la invasión de especies foráneas adquiere una particular visión para la valoración económica de afectaciones ambientales, dado que si bien éstas constituyen especies vegetales que desempeñan funciones ambientales como la retención de suelo, de carbono y de agua, compiten en el espacio de la franja con el bosque ripario que es el que debiera existir en esa zona, para lo cual entonces se requeriría restar al valor de la afectación ambiental anterior, el valor económico total de estas especies, de las cuales no se tiene la información histórica referente a su nivel de cobertura antes de 1985, así como su representatividad por especies.

3.3 Propuesta de acciones para el manejo de los recursos en la franja hidrorreguladora

A partir de las entrevistas sostenidas con una especialista y el director de la Unidad Silvícola de Habana de Este, se pudo conocer que desde hace ya unos tres años, se llevan a cabo proyectos con financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF), encaminados a la recuperación y conservación de la cubierta forestal en varias áreas de la cuenca, lo que en algunos casos incluye a la franja hidrorreguladora y por tanto favorecería la recuperación de la misma a largo plazo. Aún así, se considera que deben desarrollarse una serie de actividades o acciones, encaminadas a la recuperación de los recursos degradados o a la mitigación de las afectaciones que sobre éstos recaen, las cuales se relacionan a continuación:

1. Establecer un control y monitoreo sobre las acciones antrópicas que atentan contra la conservación de los relictos de bosque de galería o ripario, de manera conjunta entre el Cuerpo de Guardabosques y los Inspectores del INRH,
2. Sembrar especies pioneras que crean las condiciones para la posterior implantación del bosque ripario en bosque semideciduo mesófilo.
3. Plantar especies que se adecuen a las condiciones de la dicha franja aprovechando el vivero de la Unidad Silvícola ubicado en la cercanía de la franja, lo que además representaría un ahorro por concepto de transportación de las posturas,
4. Garantizar las labores de mantenimiento de las nuevas plantaciones silvícolas que se establezcan en la franja, para garantizar altos índices de supervivencia de las especies que se decida establecer,
5. Exigir a las unidades pecuarias que cubren parte de la franja hidrorreguladora, que comiencen labores de reforestación en sus respectivas áreas,
6. Establecer mecanismos de compensación económica a través del MINAG y el INRH, por el mantenimiento y conservación de la misma, una vez creadas las plantaciones,
7. Mantener un tratamiento eficiente de los desechos líquidos o sólidos de toda actividad económica generados, para que éstos no sean evacuados directamente hacia la red fluvial o el manto freático, sin, al menos, un tratamiento previo, los primeros, o que sean convertidos en abono los segundos.

CAPÍTULO 4. VALORACIÓN ECONÓMICA DE AFECTACIONES AMBIENTALES EN LA ZONA DE CARSO LITORAL

4.1 Importancia económica de los recursos naturales de la zona de carso litoral

El carso es un sistema natural que se caracteriza, ante todo, por su vulnerabilidad y fragilidad. Las aguas cársicas, se mueven a través de un complejo sistema de conductos y canales, creados a partir de la acción del agua sobre las rocas. En dependencia de la evolución y desarrollo de las formas cársicas, éstas pueden albergar como recurso natural, el agua subterránea que se almacena en sus cavidades, la cual, en función de sus características físico-químicas y bacteriológicas, pudiera estar sujeta a diferentes usos socioeconómicos. Para poder determinar dichos usos, se requiere que se realicen estudios ingeniero-geológicos, y monitoreos sistemáticos de las características físico-químicas del agua, lo que no siempre resulta una práctica extendida en la actualidad.

Por su parte, prácticas agrícolas inadecuadas, la sobreexplotación de aguas superficiales y subterráneas, el uso turístico inapropiado y el vertimiento de residuales sólidos y líquidos, constituyen acciones antrópicas, que impactan el medio cársico, reducen su diversidad biológica, en particular la subterránea, afectan sus recursos naturales y provocan efectos negativos casi irreversibles. Así, por ejemplo, la diseminación de la contaminación sobre el agua de los sistemas cársicos puede abarcar extensas regiones y llegar a lugares bien distantes del foco contaminante.

De esta manera, para poder realizar entonces un acercamiento a la importancia económica de los recursos naturales que alberga una zona cársica, deben tenerse en cuenta por una parte los diferentes usos que de su explotación se deriven, y por otra, los beneficios y costos asociados a dichos usos, *los que pueden ser de tipo económico, social, hidrológico y ecológico* (Llamas et. al., 2000). Tanto para el caso de los beneficios como de los costos, no debe perderse de vista tampoco el horizonte espacio-temporal que se analiza, ya que en ambos casos, los resultados pueden variar en función de las características propias de cada lugar y de la temporada del año que se analice.

Entre los principales beneficios que se derivan de la presencia de las aguas subterráneas en las zonas cársicas, están los asociados a la extracción de agua para el abasto a la población o el suministro a la industria y la agricultura, la creación de reservorios de agua subterránea y la recarga natural de éstos, entre otros. Los costos estarían más bien relacionados con los efectos de la contaminación de los reservorios por vertimientos de residuales líquidos y sólidos, la paulatina salinización y agotamiento de fuentes de agua potable debido a la sobreexplotación de acuíferos subterráneos y al desplazamiento de la interfase agua dulce – agua salada, la disminución de la capacidad natural de infiltración del agua en zonas cársicas cuando éstas son asfaltadas durante procesos de urbanización, etc.

También la presencia de la cobertura vegetal propia de las zonas cársicas, constituye un recurso natural que genera beneficios indispensables, ya que entre otras funciones, la vegetación contribuye a la retención de agua, de dióxido de carbono y de nutrientes; fija el suelo; regula el clima local; constituye una barrera natural protectora ante eventos climatológicos extremos como inundaciones por fuertes lluvias o la incidencia de huracanes; e incluso se plantea que contrarresta los efectos del salitre sobre la calidad de los suelos aguas arriba, evitando la salinización de los mismos con las consiguientes pérdidas de su agroproductividad.

El carso ubicado en la zona litoral de la cuenca del río Guanabo presenta características de ser un relieve de llanura costera por lo que los problemas ambientales están relacionados, en gran parte, con la cercanía al mar. Tiene poco desarrollo vertical y está formado por calizas porosas, además no posee la zona de circulación profunda, debido a que el espesor útil del carso no es significativo; todas estas particularidades, le imprimen un carácter de *carso incompleto o merocarso* (Llopis, 1970) por lo que la acuosidad es baja y la intrusión marina muy manifiesta. Adicionalmente, en el asentamiento litoral de esta cuenca no existe un sistema de alcantarillado, las aguas residuales son evacuadas mediante fosas, tanques sépticos y pozos de infiltración en mal estado, lo que se hace crítico en Guanabo entre 5^{ta} Avenida y el mar, donde los residuales corren libremente por las calles 480, 482, 490, 494, y 500 a través de zanjas y drenes que vierten en la playa (IGT, 2006).

Además, destaca como un hecho singular en esta zona, la presencia de los sectores privado y estatal, en lo que respecta a la explotación de las aguas subterráneas, por lo que, las manifestaciones de las afectaciones ambientales que sobre éstas recaen difieren en función del tipo de usuario, y de la presión que éstos ejercen sobre dicho recurso.

Esta situación del carso litoral de la cuenca permite asegurar que a partir de la disponibilidad de agua que ofrecen las diferentes fuentes (superficiales y subterráneas), de la configuración de las redes hídricas de la zona, y de la localización y demanda de agua de parte de los diferentes usuarios presentes en esta zona; que existe una dependencia de las aguas subterráneas locales y de fuentes superficiales distantes de la cuenca, la que además se acentúa en épocas de verano, en que por el desarrollo del turismo del área, se disparan la demanda de agua potable y por tanto los precios de oferta y demanda de los botellones de agua (una de las modalidades de comercialización de ésta), creándose en ocasiones competencia por el acceso al agua potable entre los diferentes usuarios de la misma⁶.

Esto resulta un aspecto contradictorio dentro del esquema de gestión del agua planteado para esta cuenca, ya que en ella se encuentran dos de los embalses que abastecen a la mayoría de los asentamientos del este de la capital, y que por su cercanía geográfica, también pudieran abastecer al asentamiento ubicado en esta zona del carso litoral. Sin embargo, esto no sucede en la práctica, de ahí que exista un costo de oportunidad significativo, entre el actual esquema de abasto de agua, en que se combinan la entrega de agua potable en pipas provenientes de fuentes externas a la cuenca, con la extracción de agua subterránea por parte de los sectores privado y estatal; con otro esquema en el que se abastezca de agua potable a este asentamiento, a partir de la disponibilidad de agua de los embalses La Coca y La Zarza.

Desde el punto de vista del valor económico, el tema carso no tiene antecedentes bibliográficos, por lo que cualquier acercamiento al mismo a partir de sus funciones y servicios ambientales se considera un paso de avance. En este sentido, en el proyecto denominado "*Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la Cuenca del Río Guanabo*", y desarrollado por el Instituto de Geografía Tropical, se realizó una primera aproximación al valor económico de dos de las funciones ambientales identificadas para el carso litoral de esta cuenca, arrojando para el caso de la extracción de agua potable un valor de \$400.000,00 pesos diarios para los pozos de agua particulares y de \$20.800,00 pesos mensuales para los pozos de agua estatales; mientras que asociado a la función del carso de reservorio de agua, la valoración económica arrojó una cifra de de \$253.300,00 pesos mensuales, a partir en este caso de la aplicación del método de valoración contingente.

Las funciones ambientales se concentran en dos aspectos bien definidos: como sustrato y sitio acumulador de agua, aspectos bien comprometidos en el asentamiento Guanabo, donde las malas prácticas y manejo de territorio están afectado la calidad de estas funciones. Como sustrato en la zona de carso litoral el 50% del área tiene uso de asentamiento humano, de infraestructuras de turismo y de transporte; y un 50% seminatural y agropecuario. Como sitio acumulador de agua abastece al 85% de los consumidores del lugar con las aguas subterráneas que al ser salobres no cumplen con los requisitos básicos para el consumo humano.

También, parte de la problemática ambiental en torno al recurso agua en esta zona adquiere un matiz jurídico importante, ya que desde esta perspectiva, la conservación y uso racional del agua en el país, está recogida en el Decreto Ley No. 138-1993, donde por ejemplo, se prohíbe *efectuar vertimientos directos o indirectos que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas o de degradación de su entorno; y acumular basuras, escombros o sustancias de cualquier naturaleza que puedan contaminar las aguas terrestres o degradar su entorno, con independencia del lugar en que se depositen (Decreto Ley No. 138-1993, artículo 16, incisos a y b)*, cuestiones estas que más adelante se comprenderá aún subsisten.

⁶ En visitas realizadas al área y a partir de entrevistas a los pobladores del Consejo Popular Guanabo, se pudo conocer que en la época de verano, los precios del botellón de agua que comercializan los tenentes particulares de pozos de agua subterránea, varían de los \$ 5,00 pesos por botellón hasta cantidades superiores, lo cual afecta el consumo de agua de aquellos sectores poblacionales con menores ingresos per cápita.

4.2 Valoración económica de las afectaciones ambientales en la zona de carso litoral

A diferencia de las otras dos áreas de estudio escogidas para esta cuenca, en el caso de la zona del carso litoral, y teniendo en cuenta el resultado parcial que antecedió al presente, se determinó como el recurso en un estado más crítico y al cual están asociadas las afectaciones de mayor importancia, al recurso agua, tanto en su estado superficial como subterráneo. Es por ello que se seleccionaron las afectaciones asociadas a este recurso para efectuar la valoración económica, sin descartar que el resto de las afectaciones ambientales no valoradas en esta zona tengan una importancia económica y ambiental relevante, para lo cual de hecho, se destinó un sub-epígrafe (el 4.2.2) dentro del presente, donde se reflejan los comentarios al respecto.

Fue en esta zona y en el afán por alcanzar resultados significativos, que se identificaron nuevas necesidades de información que implicaron a su vez, la búsqueda de las fuentes primarias de obtención de las mismas, a lo que se acompañó un proceso de rediseño metodológico de enfoques y herramientas que se adaptasen a las manifestaciones de cada afectación y a la disponibilidad de información para su valoración, detallándose seguidamente los resultados obtenidos.

4.2.1 Resultados de la valoración económica de afectaciones ambientales en la zona de carso litoral

Tal y como se definió en el capítulo metodológico del presente informe, para la valoración económica de las afectaciones ambientales se tuvieron en cuenta dos elementos fundamentales:

1. el valor de la pérdida o degradación de las existencias del recurso, y
2. los costos asociados a la recuperación o restauración del recurso, y a la mitigación de la afectación.

En esta zona, la afectación ambiental valorada económicamente fue la **Disminución de la reserva acuífera por pérdida de la capacidad de absorción del carso**, teniendo en cuenta la información disponible.

Esta afectación se da por la disminución de la infiltración de las aguas pluviales en el área de carso, debido a la pérdida de la capacidad de absorción del carso en la zona, principalmente asociada a la urbanización, la pérdida de la cobertura vegetal y el cubrimiento del suelo por viales y edificaciones. Además, a ello se une la explotación a que ha estado sujeta dicha reserva acuífera, que según refieren especialistas del INRH, no es más que una delgada lámina de agua salobre sin muchas posibilidades de grandes explotaciones y que por sus características, no cumple con los requisitos para el consumo humano por lo que su uso actual está confinado a otras labores como la limpieza o el fregado de enseres.

A los efectos de la valoración de esta afectación, debe esclarecerse que resulta importante tener en cuenta que su manifestación espacio-temporal no es lineal ni homogénea, pues en primer lugar, la pérdida y disminución de la capacidad de absorción del carso ha estado asociada a un proceso de urbanización cuyo mayor auge se produjo a partir de la segunda mitad del siglo XX, y en segundo lugar, los efectos inherentes a esta degradación del carso han respondido a la variabilidad de una serie de factores naturales y antrópicos que inciden finalmente en los niveles de reserva acuífera, como pueden ser los regímenes pluviales de cada estación, la incidencia de períodos de sequía de manera esporádica o con cierta regularidad, los volúmenes que se extraigan de agua mensualmente, los niveles de escurrimiento superficial y de infiltración, etc.

En este caso, se determinó a partir de la disponibilidad de información sobre el agua subterránea de la zona, emplear como método de cálculo de la afectación a la reserva del acuífero, el *costo de extracción del recurso*, pues dicha extracción resulta una medida aproximada de la capacidad de almacenamiento de agua de dicho reservorio, en tanto éste permite proveer agua tanto para consumo humano (como pudo ser en un inicio) como para otros usos domésticos (como sucede ahora), y así, al contar con las extracciones mensuales de agua subterránea que se dan en la zona de carso litoral, se recogería también de alguna manera, las variaciones temporales a que dicho reservorio esté sujeto.

La fórmula para el cálculo del costo de extracción es la siguiente:

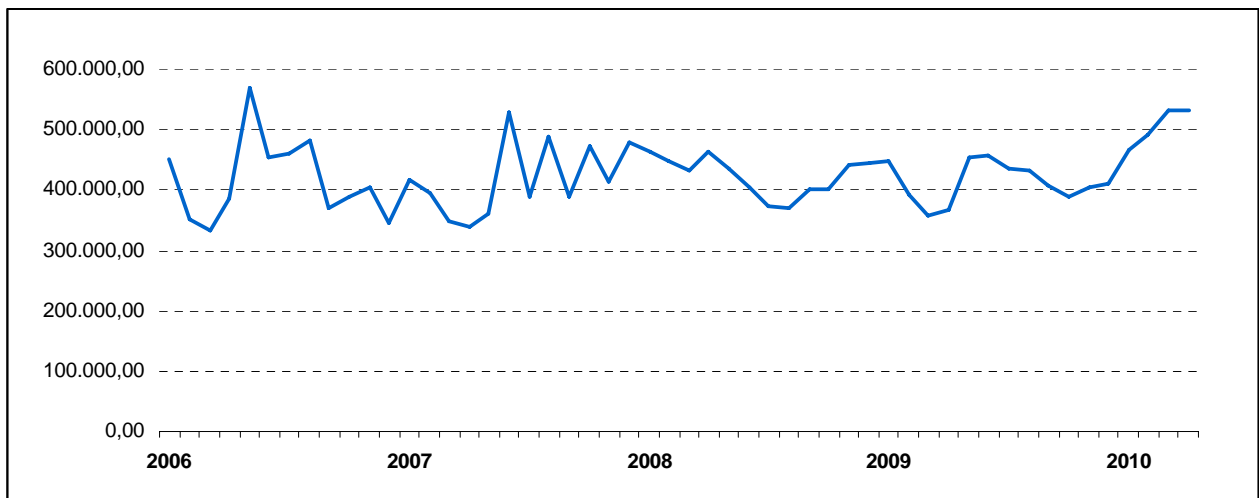
$$CTE = VE * CUEM * CM$$

Donde:

CTE: Costo Total de Extracción de agua subterránea
 VE: Volumen de Extracción de agua subterránea
 CUEM: Costo Unitario de Extracción Mensual de agua subterránea
 CM: Cantidad de Meses asociados a la extracción de agua subterránea

Los datos que se recopilaron para el cálculo son los relacionados con la extracción mensual en m³ de agua subterránea (ver Anexo 5) de los pozos estatales ubicados en esta zona de la cuenca (ver Anexo 9), los que a su vez se corresponden con el período comprendido entre enero del 2006 y abril del 2010, no pudiéndose contar con el comportamiento anterior a este período pues en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Este no se tenía el registro histórico de la producción de agua anterior al 2006. En el siguiente gráfico se puede observar el comportamiento de la extracción mensual de agua subterránea:

Gráfico. 3 Comportamiento de la extracción mensual de agua subterránea en pozos estatales ubicados en la zona de carso litoral, 2006-2010 (m³)



Fuente: Gráfico confeccionado por los autores a partir de datos recopilados en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Este.

También se supo a partir de una entrevista sostenida con un funcionario de la Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos de Ciudad de La Habana, que el costo de extracción promedio de agua subterránea es de 0,14 centavos por m³, del cual 0,03 centavos se corresponden al componente en CUC⁷ del mismo, de ahí que se tuviera que hacer una conversión de dicha cifra para contar con una información más aproximada del valor de la afectación.

Para el cálculo del valor económico de la afectación, se multiplicó entonces el volumen mensual de agua extraído en la zona, por el costo de extracción por metro cúbico antes mencionado, lo que luego se sumó para obtener el valor total de la afectación para el período enero del 2006 – abril del 2010, arrojando este proceder un rango de resultados que fluctúa desde los \$ 3.088.172,11 hasta los \$ 18.308.448,96. En términos de costo promedio mensual de extracción de un m³ de agua subterránea, el valor económico de la afectación fluctuaría entre los \$ 59.387,93 pesos y los \$ 352.085,56 pesos.

⁷ De la cifra oficial del costo de extracción dada por el INRH de 0,14 centavos por m³, 3 centavos corresponden al valor en CUC de dicho costo, por lo que se hizo la conversión de dicho monto sobre la base de 1 CUC = 12 pesos y de 1 CUC = 24 pesos. A los efectos de la valoración económica, se brinda un rango de resultados que abarca desde la cifra del costo sin ningún ajuste, hasta la cifra del costo con los dos ajustes antes mencionados.

El cálculo de ésta última cifra es importante ya que ante la ausencia de datos históricos, y teniendo en cuenta que no se pudo contar con datos anteriores al 2006, se conoce que esta afectación ha persistido desde muchos años antes, por lo que asumiendo un comportamiento similar en los niveles de extracción de agua subterránea en períodos anteriores, se pudiera calcular el valor económico de esta afectación para un período más amplio, y tener una mejor idea de la magnitud de la misma en términos económicos.

4.2.2 Consideraciones teórico-prácticas sobre algunas afectaciones ambientales de la zona de carso litoral no valoradas económicamente

A continuación, se relacionan algunas consideraciones teórico-prácticas sobre las afectaciones ambientales no valoradas económicamente, lo que de por sí constituirían temáticas a desarrollar en futuras investigaciones.

Cambio en las microformas del relieve y degradación del funcionamiento del carso litoral por construcción de edificaciones y viales asociados a la urbanización

Este impacto ocurrió por la construcción del asentamiento de Guanabo, con aproximadamente 4.000 viviendas y de sistemas de tratamiento de residuales (domésticos e industriales) con similar número de fosas de infiltración y la explotación de áridos.

La urbanización del área ha dejado poco espacio para la infiltración de las aguas. Esto se refleja a través de los puntos potenciales de absorción que ocupan el 10% del total del área cársica, provocando que los procesos erosivos y corrosivos inherentes al carso favorezcan en menor grado a la formación de microformas de relieve cársico (lapies, etc).

En el caso de esta afectación, no se encontró en la literatura ninguna referencia a métodos de valoración económica empleados en este tipo de afectación, por lo que éste resultaría uno de los aspectos a profundizar en próximos estudios.

Interrupción de la dinámica natural de la playa

Se ha producido un retroceso de la línea de costa, con pérdidas considerables de volúmenes de arena, motivado fundamentalmente por los procesos erosivos, debido a las construcciones sobre la duna y la berma. También se ha dado movilidad de las dunas, insuficiencia de área de sombra y desvalorización del paisaje ocasionado por el déficit y mal estado de las áreas verdes, principalmente en lo que respecta a la vegetación costera.

En este caso, la afectación provoca que en primer lugar, la playa pierda parte de su espacio útil para las actividades de recreación, por lo que se pudiera ver afectada la afluencia de bañistas, con la consiguiente afectación a los niveles de beneficios por bañista que se deriven de la actividad turística de la zona. Aún así, esta manifestación no se pudo constatar ya que no existen mediciones o estimaciones en el área de playa de la cantidad de bañistas y de los beneficios que su visita arrojan, de ahí que no se pueda hacer una valoración económica de los cambios en los niveles de ingreso o beneficios asociados a dicha actividad turística para diferentes escenarios distantes en el tiempo.

De esta manera, de contar con una información de base suficientemente amplia, se pudiera haber aplicado la técnica del cambio en la productividad, en este caso para la actividad turística en diferentes momentos en el tiempo, corroborándose o no, la hipótesis antes formulada. De igual manera, la valoración de la afectación, estaría incompleta de no tenerse en cuenta el costo de oportunidad entre el valor económico que la misma implica, y las acciones para corregir, mitigar o revertir este impacto, lo que dejaría entrever entonces, una diferencia que sería la equivalente a los beneficios económicos dejados de percibir, en este caso por la actividad turística, por lo que, de no acometerse en el presente las acciones pertinentes, seguramente se incrementaría el costo de oportunidad futuro de la inacción ante esta afectación.

Cambio de las capas superficiales del suelo por la urbanización, los viales y edificaciones

Una de las características que hace al carso un entorno extremadamente frágil y susceptible a la degradación ambiental es la erodabilidad de los delgados suelos que se desarrollan sobre las rocas. Con la deforestación, la vegetación que mantenía el suelo en su lugar, fue destruida, además de la urbanización que eliminó el suelo en esas áreas. La pérdida de suelo contribuye a dificultar la infiltración de las aguas de lluvia que alimentan las aguas subterráneas.

Esta afectación para ser evaluada requiere que se tengan en cuenta, no sólo los impactos directos sobre las funciones ambientales del suelo como propiciador de actividades agrícolas o ganaderas, o los indirectos asociados al escurrimiento de las aguas pluviales que en él se producen y por tanto a la recarga de las aguas subterráneas que permite; sino también, la pérdida de sus propiedades físico químicas producto de la presencia de una cobertura vegetal (que se perdió) que aporta nutrientes al mismo, de lo cual se deriva que la capacidad productiva de éste ante diferentes usos alternativos en el tiempo (desarrollo agrícola, forestal, o ganadero) se vea limitada.

En este sentido, no se pudo contar con registros o referencias del suelo existente en esta zona antes de que comenzase a desarrollarse el proceso de urbanización, de ahí que no se pueda establecer una comparación entre ese escenario inicial con el actual. Es por ello, que recuperar el suelo perdido producto de la urbanización sería casi imposible, de ahí que esta afectación posea un carácter prácticamente irreversible, aunque en zonas aún no urbanizadas (aproximadamente un 25% del área total), pudieran desarrollarse actividades de conservación y recuperación del suelo mediante prácticas como la forestación del mismo como medida para contrarrestar la erodabilidad. En cuanto a los costos de recuperación de esta porción del suelo, tendría entonces que tenerse en cuenta, las diferentes acciones de tipo transitorio o permanente a desarrollarse, como pueden ser los costos asociados a la forestación, los gastos de mano de obra, entre otros.

Erosión o lavado del suelo entre los asentamientos de Guanabo Viejo y Peñas Altas,

En esta zona existe una cantera para la extracción de materiales de construcción, por lo que los sedimentos se mueven con el escurrimiento superficial, y se infiltran al pasar por la zona cársica.

En este caso, no se pudo obtener la información referente a los costos de extracción de los materiales, así como los relacionados con las operaciones de extracción, aunque aplicando la técnica de los cambios en la productividad del suelo en el área afectada pudiera hacerse un acercamiento al valor económico de dicha afectación, sólo que en este caso, no se cuentan con datos históricos que permitan realizar los cálculos.

Aumento del escurrimiento superficial y disminución de la infiltración por la urbanización

En el área que va desde la franja costera hasta la primera terraza, se encuentra el asentamiento Guanabo, que ocupa el 70 % del área cársica, reduciendo las posibilidades de infiltración que limita el buen desarrollo de formas y procesos cársicos superficiales. Un efecto de la urbanización es el aumento del coeficiente de escurrimiento superficial, debido en gran medida a que el agua no se filtra por encontrarse selladas las fracturas naturales del terreno, por lo que debe encauzarse superficialmente. Existen varias técnicas para determinar el caudal promedio anual de corrientes fluviales cuando no existen datos de información hidrológica, apoyadas fundamentalmente en datos pluviométricos, casi siempre posibles de obtener.

Si se tiene como premisa que el escurrimiento medio anual no es más que la diferencia existente entre la precipitación media anual y las pérdidas de estas precipitaciones que pueden estar ocasionadas por disímiles factores, como pueden ser, la cobertura vegetal, la inclinación de las pendientes, la hipsometría, el tipo de suelo, las horas de insolación, el albedo, etc. Para la determinación de la lámina de escurrimiento medio anual (Y) utilizando el método del balance hídrico, es imprescindible establecer un coeficiente de escurrimiento (α).

Para el asentamiento de Guanabo, dicho coeficiente es inferido a partir de la cantidad de agua que escurre en toda la superficie urbanizada. Este coeficiente de escurrimiento para zonas urbanizadas ha sido determinado por Marsh (1991) teniendo en consideración las diferentes superficies urbanizadas.

Tabla 5. Coeficientes de escorrentía superficial, según Marsh (1991) en distintas superficies urbanas

Tipología de áreas urbanas	Coeficientes de escorrentía superficial
Áreas comerciales	0,70-0,95
<i>Áreas residenciales:</i>	
Viviendas unifamiliares (5-7 casa / acre)	0,35-0,50
Zonas densas, multifamiliares	0,60-0,75
Zonas suburbanas poco densas	0,20-0,40
<i>Áreas industriales:</i>	
Ligeras	0,50-0,80
Pesadas	0,60-0,90
Parque ferroviario	0,20-0,80
Parques y cementerios	0,10-0,25
Áreas deportivas y campos de juego	0,20-0,40

Fuente: Tomado de Marsh (1991).

Alrededor de un 70 por ciento de la superficie del pueblo de Guanabo está ocupada por el área residencial, con una alta densidad de inmuebles, las áreas verdes en la zona son escasas, reducidas a algunos parques y los parterres de las vías principales, además de que la casi totalidad de sus calles están pavimentadas y asfaltadas, con todo esto se puede inferir que el coeficiente de escurrimiento (α) para la zona urbana del asentamiento poblacional de Guanabo es de 0,65.

Según el "Estudio Pluvial de Cuba. Periodo principal 1961-2000", presentado por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulico (INRH) en el año 2005, se registra una lluvia media anual para la zona de 1.200 mm.

$$\alpha = \frac{Y}{P}$$

$$Y = \alpha * P$$

Donde:

α - coeficiente de escurrimiento

Y - lámina de escurrimiento

P - precipitación media anual

$$Y = 0,65 * 1.200 \text{ mm.}$$

$$Y = 780 \text{ mm.}$$

Esta afectación no pudo ser valorada económicamente ya que no se logró determinar qué cantidad de agua de la que se escurre en esta zona, pasa realmente a infiltrarse, de ahí que se desconozca su efecto sobre las reservas de agua del acuífero costero. Además, no se tiene tampoco un registro histórico aproximado de la cantidad de agua en épocas anteriores a la urbanización se infiltraba al manto, por lo que resulta imposible establecer una comparación de escenarios.

En este sentido, el desconocer esta información atenta contra la valoración ya que no se puede determinar el costo que ha tenido durante años la disminución de la infiltración en la cantidad de agua que ésta puede aportar a la función de recarga del acuífero subterráneo.

Limitación de la infiltración natural de las aguas de escorrentía por el uso de sumideros que existen en el carso como vertederos de residuales sólidos

Esta afectación guarda un estrecho vínculo con la anterior, dado que ha contribuido a acentuar el efecto que sobre la disminución de la infiltración supuso la urbanización en esta zona, ya que adicionalmente a la zona de carso asfaltada, se une el uso de sumideros que existen en el carso como vertederos de residuales sólidos que luego son cubiertos, limitando aún más la infiltración de las aguas de escorrentía.

La red de drenaje subterránea es de compleja configuración, regida por leyes hidrodinámicas particulares, esta impresionante y heterogénea red de canales y conductos subterráneos que caracterizan las regiones cársicas, es afectado por la disminución del agua que penetra al sistema, restringiendo el desarrollo hidrogeológico de la zona, y disminuyendo la reserva de agua subterránea existente.

El uso de estos sumideros como vertederos, no hace más que acentuar la pérdida de la capacidad de infiltración del carso a partir de la urbanización, con el agravante de que este "nuevo" uso implica que se vayan infiltrando al manto los diferentes compuestos químicos nocivos asociados a los residuales vertidos. Esta afectación en particular pudiera valorarse a partir de una comparación de la dinámica en el tiempo de los gastos asociados a la infraestructura sanitaria destinada a la recolección de los residuales sólidos "actualmente vertidos" en esta zona, además de los costos de mantenimiento y de las operaciones relacionadas con la misma, datos con los que no se pudo contar para el área de estudio.

Contaminación del agua subterránea y del manto freático por los vertederos existentes en los ponores del área cársica

Existen problemas higiénicos-sanitarios motivados por la presencia de fosas, tanques sépticos comunes, y pozos de infiltración que presentan un mal estado técnico, además de la construcción indiscriminada de pozos sobre el carso, como solución para los residuos domésticos y aguas albañales, ya que ningún sector cuenta con un sistema de drenaje, lo que provoca que las aguas que circulan por la red de drenaje subterránea reciban una considerable carga contaminante, y por consiguiente, afecten al manto freático.

Esta afectación pudiera valorarse económicamente teniendo en cuenta el *costo de oportunidad* que supone la ocurrencia de esta contaminación y la no existencia, por una parte, de un sistema de alcantarillado que asimile las descargas de aguas albañales que actualmente se vierten directamente al carso, y por otra, la poca funcionalidad de los sistemas de recolección de residuales en el área urbana donde mayormente se concentran los residuales sobre los honores. En este sentido, a partir de entrevistas a funcionarios del INRH, se conoce que está proyectada para esta zona de la cuenca, una inversión encaminada a la construcción de un sistema de alcantarillado para el área urbana, cuyo costo está estimado según estudio de factibilidad, sin embargo, al no haber sido posible contar con dicha cifra, no sería viable entonces aplicar la mencionada técnica para valorar económicamente esta afectación.

Contaminación de la playa

Se da una contaminación de los ríos por vertimientos de residuales de instalaciones turísticas, zonas de viviendas (tanques sépticos de Peñas Altas y Campo Florido), talleres, la Terminal de Ómnibus de Guanabo e instalaciones pecuarias ubicadas aguas arriba, destacándose la desembocadura del río Guanabo la cual que tiene niveles de contaminación bacteriológica no admisibles para el uso de los bañistas (ver Anexo 7). En este sentido, la contaminación de la zona de playa manifiesta de cierta forma el aporte de la contaminación que se genera aguas arriba de la cuenca, particularmente en los asentamientos Campo Florido y Peñas Altas (ver Anexos 6 y 8), y que es arrastrada por la corriente principal del río hasta confluir en la zona de playa de la cuenca. Además, la inexistencia de un sistema de alcantarillado provoca que las aguas escurran hacia el mar superficialmente, arrastrando a su paso todos los residuales que se encuentran en las calles producto de la rotura de fosas y tanques sépticos, y de los desechos sólidos que vierten principalmente los bañistas.

En lo concerniente a la contaminación de la playa, la valoración requeriría de contar con los efectos que a la salud de los bañistas ha provocado la exposición directa de los contaminantes diseminados en las

aguas de baño, expresados éstos en términos de morbilidad de determinadas enfermedades típicas de este tipo de contaminación, lo cual se solicitó mediante carta oficial emitida por el Instituto de Geografía Tropical y dirigida a la dirección del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Ciudad Habana, comunicación ante la cual no se tuvo una respuesta a pesar de haberse solicitado la misma en fecha posterior a la entrega de la misiva a dichas instancias. De todas maneras, se conoce en levantamientos previos realizados en la zona de estudio, que la mayoría de los pobladores del asentamiento Guanabo, no acuden a las playas ubicadas en el carso litoral, de ahí que en los registros de salud del territorio no se recoja la incidencia de dicha contaminación en la morbilidad de la población residente en la zona.

Adicionalmente, se quisiera mencionar el peligro latente de contaminación por petróleo de la zona de playa, lo que se debe al auge de la actividad petrolera al Este de Rincón de Guanabo, causando un mayor impacto los ubicados en zona costera y de protección, que constituyen focos potenciales de contaminación por hidrocarburos. En este sentido, en informes elaborados a partir de estudios del Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (CIMAB, 2004, 2007 y 2008) se viene advirtiendo con cierta reiteración, que los resultados arrojados por los muestreos son *típicos de zonas costeras ligeramente contaminadas por petróleo* (CIMAB, 2004, 2007 y 2008).

En la tabla 5, se sintetiza el grado de susceptibilidad de las playas ubicadas en la cuenca el río Guanabo ante los derrames de hidrocarburos y residuos sólidos, determinado en un estudio elaborado por el CIMAB en el año 2004.

Tabla 6. Matriz de susceptibilidad de las playas a los derrames de hidrocarburos y residuos sólidos

Playa	Pendiente	Granulometría	Filtración de sedimentos	Morfología de la Playa	Grado de Estabilidad	Total	Grado de susceptibilidad
Boca Ciega	3	3	1	2	3	12	altamente susceptible
Guanabo	3	3	1	2	3	12	altamente susceptible
Veneciana	3	3	1	2	3	12	altamente susceptible
Brisas del Mar	3	3	1	2	2	11	medianamente susceptible
Rincón de Guanabo	3	3	1	2	1	10	poco susceptible

Fuente: Datos tomados de CIMAB (2004).

En este caso, se conoce que se han realizado monitoreos sistemáticos a las afectaciones asociadas a la actividad petrolera en la zona de estudio, destacándose los estudios del CIMAB. Sin embargo, no se cuenta con la información relacionada con los efectos directos que se hayan producido en la zona de playa de la cuenca, ni tampoco con los niveles potenciales o reales de derrame de hidrocarburos para poder establecer entonces una correlación directa de tipo causa / efecto entre la acción y la afectación ambiental.

Deterioro y pérdida de la vegetación natural asociados a la urbanización

En este caso, a raíz de la urbanización, se perdió una buena parte de la vegetación natural del área lo que dio paso a la proliferación de cultivos ornamentales (jardines), acompañados de vegetación ruderal, segetal y restos de costa arenosa y bosques de mangles, donde entre otras especies se observan la yana (*Conocarpus erectus*); patabán (*Laguncularia racemosa*) y mangle prieto (*Avicennia germinans*). Desde el punto de vista de las formaciones vegetales, esta afectación supuso la pérdida de: la costa arenosa, la manigua costera, el monte seco, el bosque semidecíduo mesófilo y el bosque de galería, así como la mayor parte de los manglares.

Esta afectación presenta gran sinergia con la relacionada a las modificaciones de las capas superficiales del suelo, teniendo un carácter previo desde un punto de vista de la dinámica en el tiempo, ya que permitió que se acentuaran los patrones de pérdida de suelo en esta zona del carso litoral. Sin embargo, la pérdida de esta vegetación ante el avance de la urbanización, adquiere una trascendencia múltiple

ante las diferentes funciones ambientales que propicia, no sólo en el área donde esté enclavada sino para otras zonas de la cuenca en general.

En el primer caso, se aprecian la pérdida o deterioro de funciones como la capacidad de retención de carbono, la retención de suelo, la absorción de agua, el hábitat de especies, la obtención de materia prima para la confección de medicamentos, la obtención de miel o productos maderables, entre otras. En el segundo caso, estaríamos hablando de que por su posición dentro de la cuenca, esta cobertura vegetal propiciaba una función protectora fundamental, tanto ante eventos climatológicos extremos (intensas lluvias, inundaciones, fuertes vientos, etc.) como ante procesos naturales como la salinización de los suelos agrícolas o ganaderos en secciones superiores de la cuenca, debido a la influencia del salitre que se genera a partir de las interacciones entre la zona marino costera y la terrestre.

Desde un punto de vista económico, no se pudo hacer patente la valoración de la afectación, pues para ello se requeriría diferenciar las diferentes funciones ambientales según las especies más representativas del área, de las cuales se cuenta sólo con una identificación previa pero no se pudiera reconstruir el nivel de representatividad de éstas dado que no se poseen referencias históricas que nos remontan a la época anterior al proceso de urbanización más intenso en esta zona de la cuenca. Es necesario aclarar también que aún contando con los datos de representatividad de especies, se requeriría hacer una comparación de escenarios partiendo del valor económico total en cada momento y del valor económico de las acciones encaminadas a la mitigación, restauración o recuperación de la vegetación, delimitando además para cada etapa los niveles de cobertura por especie y los ritmos de degradación asociados a cada una.

Migración de especies animales por la construcción de edificaciones y viales y la afluencia excesiva de visitantes

Durante el período más intenso de urbanización del área, la fauna del lugar se vio obligada a emigrar a raíz de las perturbaciones ocasionadas al equilibrio ecológico del área, lo que en estos momentos se mantiene y se acentúa en época de verano en que la afluencia de visitantes es mayor.

En este sentido, aunque se reconozca la ocurrencia de esta afectación, no se pudo realizar su valoración debido a que no se cuenta con un inventario previo de las especies principales que existían en esta zona de manera previa al proceso de urbanización en que se produce el mayor impacto sobre éstas.

4.3 Propuesta de acciones para el manejo de los recursos en la zona de carso litoral

Para el caso particular de la zona de carso litoral de la cuenca, la mayoría de las afectaciones están relacionadas de alguna manera con la dinámica asociada al proceso de urbanización, el que a pesar de haberse detenido prácticamente con relación a su período de auge, sí ha dejado una impronta ambiental negativa desde el mismo inicio en que se produce. En este sentido, la mayoría de las afectaciones ambientales que se derivaron de dicho proceso, tienen un carácter irreversible, de ahí que las principales acciones encaminadas al manejo de los recursos naturales afectados no estén formuladas con vistas a la restauración de estos, sino más bien a la mitigación de los efectos que sobre éstos recaen, y propiciar por tanto, que se conserven y se utilicen de una manera más racional.

A continuación se proponen una serie de acciones enfocadas al manejo de los recursos y que a juicio del equipo contribuirían a la conservación de éstos y la mitigación de sus afectaciones:

1. Regular los volúmenes de las extracciones de agua subterránea de manera que estos no sigan provocando la salinización del manto y las perturbaciones actuales en la interfase agua dulce / agua salada, y permitir que en el largo plazo se recuperen los reservorios de agua subterránea presentes en la cuenca,
2. Realizar una evaluación de factibilidad económico-ambiental de crear una red de suministro de agua potable desde la fuente Planta de filtro, hasta los asentamientos ubicados en la zona de carso litoral de la cuenca, teniendo en cuenta las erogaciones actuales que se realizan para llevar agua en pipa a sus pobladores,

3. Ejecutar las inversiones proyectadas para la reparación de las redes hídricas, la conexión de éstas a la planta de filtro y la creación de un sistema de alcantarillado,
4. Establecer penalizaciones económicas a los vertimientos de residuales al río desde los diferentes focos ubicados tanto aguas arriba como en la propia zona del curso litoral, y crear las condiciones de infraestructura técnica necesarias para el tratamiento adecuado de los mismos,
5. Mejorar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, promocionando el aprovechamiento económico de los mismos y el reciclaje, mediante el establecimiento de incentivos económicos diseñados a tales fines,
6. Elaborar una estrategia para la relocalización de la infraestructura que está asentada tanto sobre la zona costera como la de protección, lo cual ayudaría a lograr una más rápida recuperación de su equilibrio dinámico natural y el cese del deterioro actual que experimenta todo el sector de costa,
7. Mejorar las condiciones higiénico-sanitarias en general, tanto en la zona de baño de la playa como en el resto del área urbana y sus zonas de influencia,

CONCLUSIONES

1. Se lograron identificar métodos factibles de emplear para la valoración económica de afectaciones ambientales, siendo los más se ajustaron a las condiciones del territorio y la disponibilidad de información el del costo de reposición y el del beneficio bruto;
2. Los valores económicos determinados para las afectaciones ambientales a los recursos naturales evaluados, constituyen subestimaciones del valor económico real de éstas, puesto que aún subsisten problemas de vacíos y de acceso con la información necesaria;
3. De continuar los actuales patrones de degradación de los recursos naturales presentes en la cuenca, no sólo se incrementaría el valor económico de las pérdidas, sino que se comprometería aún más el futuro de dichos recursos y por tanto la estabilidad de los ecosistemas y el propio bienestar de la población que se beneficia de dichos recursos;
4. Aún persisten conflictos en el manejo de los recursos naturales valorados que de continuar acentuarían aún más las afectaciones ambientales evaluadas y conllevarían a una irreversibilidad total de las mismas;
5. Para el caso del recurso vegetación, se logró valorar económicamente las afectaciones asociadas a la pérdida y degradación de ésta para dos de las unidades de análisis seleccionadas, la Reserva Ecológica “ La Coca” y la franja hidrorreguladora, resaltando el hecho de que los valores de recuperación del recurso son mucho más elevados que los de la pérdida del recurso en sí;
6. Para el caso del recurso agua subterránea, se aprecian igualmente altos costos de recuperación del mismo, con la particularidad de que a ello se une el alto costo de oportunidad que representa suministrar agua potable en pipas para el abasto, aún cuando se extrae agua subterránea bajo este supuesto y existiendo además fuentes de abasto cercanas como es el caso de los embalses La Coca y La Zarza;
7. El valor económico asociado a las diferentes afectaciones ambientales evaluadas pudiera acrecentarse aún más por el hecho de los efectos sinérgicos que se dan entre éstas y otras afectaciones presentes en la cuenca, por lo que la solución a largo plazo requerirá de la labor de cooperación y coordinación entre los diferentes actores involucrados en la problemática ambiental que actualmente se suscita en esta cuenca;

RECOMENDACIONES

1. Introducir los resultados obtenidos en este proyecto en el territorio, de manera que los diferentes actores con intereses en la cuenca ganen en conciencia en torno al tema abordado y cuenten con criterios de tipo económico-ambiental que contribuyan a la gestión sostenible de los recursos naturales;
2. Continuar profundizando en la aplicación y adecuación de los métodos de valoración económica de afectaciones ambientales;
3. Velar por la incorporación de criterios de tipo económico-ambiental al proceso de toma de decisiones relativo al uso y manejo de los recursos naturales como pudiera ser la ley de contravenciones en materia de medio ambiente;
4. Aprobar como área protegida la Reserva Ecológica "La Coca";
5. Realizar una evaluación de factibilidad económico-ambiental por parte del INRH, de crear una red de suministro de agua potable desde la fuente Planta de filtro, hasta los asentamientos ubicados en la zona de carso litoral de la cuenca, teniendo en cuenta las erogaciones actuales que se realizan para llevar agua en pipa a sus pobladores,
6. Acometer a la mayor brevedad posible las acciones propuestas en cada una de las unidades de análisis encaminadas a la recuperación y la mitigación de las afectaciones ambientales sobre los recursos naturales degradados.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Abella, Pedro (2001)**, *Plan de la Economía para alcanzar el desarrollo sostenible*, Ministerio de Economía, La Habana, Ponencia presentada al Tercer Congreso de "Economía y Medio Ambiente", junio, 2001.
2. **Abella, Pedro (2005)**, *Cuentas ambientales: un camino para perfeccionar los cálculos del Producto Interno Bruto*, Revista Bimestre Cubano, 24 p.
3. **Allegue, Yeniley (2005)**, *La contabilidad nacional: una perspectiva desde la naturaleza*, Trabajo de Diploma, Facultad de Economía, Universidad de La Habana, junio de 2005.
4. **Álvarez, S.; Lomas, P. L.; Martín B.; Rodríguez, M. y Montes, C. (2005)**, *La síntesis emergética ("Emergy Synthesis"). Integrando energía, ecología y economía*, Serie Monografías No. 2, Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez, 77 p.
5. **Asamblea Nacional del Poder Popular (1997)**, *Ley No. 81 del Medio Ambiente*, Gaceta Oficial de la República de Cuba, 11 de julio de 1997.
6. **Atienza, Aida (2000)**, *La dimensión ambiental del desarrollo. Antecedentes y actualidad en Cuba*, Revista Cuba. Investigación Económica, No. 2, abril-junio del 2000, Instituto Nacional de Investigaciones Económicas, La Habana, 28p.
7. **Barbier, E. et al., (1996)**, *Economic valuation of wetlands*, Editorial Ramsar Convention Bureau, Suiza.
8. **Barzev, Radoslav (2002)**, *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Corredor Biológico Mesoamericano*, Serie Técnica No. 4 del Proyecto CCAD-PNUD/GEF, "Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano", Managua, Nicaragua, 150 p.
9. **Borhidi, A. y Muñiz, O. (1983)**, *Catálogo de plantas cubanas amenazadas o extinguidas*, La Habana.
10. **Bruijnzeel L. A. (1990)**, *Hydrology of Tropical Forests and Effects of Conversion: A State of Knowledge Review*, Paris, UNESCO, International Hydrological Programme, 223 p; en: **CONAF (1997)**, *Economía ambiental y su aplicación a la gestión de cuencas hidrográficas*, proyecto de investigación desarrollado por la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF), y financiado por el Department for International Development (DFID) del gobierno británico, y el Environmental Resources Management (ERM), 2da. Edición, Santiago de Chile, enero de 1998, 132 p.
11. **Castellanos, Marlina (1996)**, *Economía y medio ambiente. Enfoque, reflexiones y experiencias actuales*, Editorial Academia, La Habana, 83 pp.
12. **Castellanos, Marlina (1997)**, *Introducción a la problemática de la valoración económica ambiental*, Editorial Academia, La Habana, 125 pp.
13. **Castellanos, Marlina (2005)**, *Aplicaciones sobre prospectiva y valoración económica ambiental*, Serie Economía y Medio Ambiente, La Habana 150 p.
14. **CIMAB (2004)**, *Evaluación de la calidad ambiental de las aguas del tramo costero Bacuranao – Rincón de Guanabo, Playas del Este, Ciudad de La Habana, Cuba*, Informe Final de Proyecto, Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (CIMAB), junio de 2004, 43p.
15. **CIMAB (2008)**, *Control de la calidad ambiental de las aguas de la zona de playas del este de la Ciudad de la Habana, Cuba. Plan de vigilancia y monitoreo (Pva), año 2007*, Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (CIMAB).
16. **CITMA (2007)**, *Estrategia Ambiental Nacional 2007/2010*, Anexo de la Resolución No. 40 / 2007, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 60 p.
17. **Colectivo de autores (2007)**, *Tabloides del curso Universidad para todos, "Los bosques de Cuba", partes 1 y 2*, Editorial Academia, ISBN 978-959-270-112-0.
18. **CONAMA (1996)**, *Metodología para la valoración económica ambiental de las funciones ambientales*, Documento de Trabajo No. 1, Unidad de Economía Ambiental, Buenos Aires.
19. **CONAF (1997)**, *Economía ambiental y su aplicación a la gestión de cuencas hidrográficas*, proyecto de investigación desarrollado por la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF), y financiado por el Department for International Development (DFID) del gobierno británico, y el Environmental Resources Management (ERM), 2da. Edición, Santiago de Chile, enero de 1998, 132 p.
20. **Consejo de Ministros (1993)**, *Decreto Ley No. 138 / 93 "de las Aguas Terrestres"*, La Habana, 14 p.
21. **Consejo de Ministros (1995)**, *Decreto Ley No. 1999 / 95 "Contravenciones de las regulaciones para la protección y el uso racional de los recursos hidráulicos"*, La Habana, 3 p.

22. **Consejo de Ministros (1996)**, *Decreto Ley No. 211 / 96 "Contravenciones de las regulaciones para los servicios de acueducto y alcantarillado"*, La Habana, 2 p.
23. **Daly, Herman E. y Cobb, John B. (1993)**, *Para el bien común. Reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible*, Fondo de Cultura Económica S.A. de C.V., México, Primea edición en español.
24. **Dixon, J. A., y Sherman, P. B. (1990)**, *Economics of Protected Areas: A New Look at Benefits and Costs*, Washington, Island Press, en: **Barzev, Radoslav (2002)**, *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Corredor Biológico Mesoamericano*, Serie Técnica No. 4 del Proyecto CCAD-PNUD/GEF, "Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano", Managua, Nicaragua.
25. **Dixon, John y Pagiola, Stefano (1998)**, *Análisis económico y evaluación ambiental*, Environmental Assessment Sourcebook Update, No. 23, abril de 1998, 17 p. Departamento de Medio Ambiente, Unidad de Economía Ambiental e Indicadores, Banco Mundial, Washington D.C., Estados Unidos.
26. **Dixon, J. A.; Scura, L. F.; Carpenter, R. A. y Sherman, P. B. (1996)**, *Economic Analysis of Environmental Impacts*, Ed. Earthscan Publications, 2da. Edición, Londres, Reino Unido.
27. **Domínguez, Alberto H. et al. (2005)**, *Nuevas estructuras petroleras reveladas a partir de la Sísmica 2D al oeste de la región gasopetrolífera Habana–Matanzas*, ponencia presentada en el III Congreso de Geofísica: Geofísica' 2005. Métodos geofísicos para la exploración petrolera en cinturones plegados y cabalgados (GEF2-P51) bajo el auspicio de la Primera Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias' 2005. Memorias en CD-ROM, La Habana, 5-8 de Abril del 2005, 6p.
28. **Durán et al. (2006)**, *Evaluación de recursos naturales seleccionados y su aptitud funcional en la cuenca del río Guanabo. Propuesta de medidas ecólogo-económicas de manejo y conservación*, Resultado parcial del proyecto de investigación "Valoración Económico - Ambiental de recursos naturales seleccionados en la Cuenca del Río Guanabo", Instituto de Geografía Tropical, CITMA, [Inédito], 73 pp.
29. **Durán et al. (2007)**, *Aspectos teórico-metodológicos sobre la valoración económica del medio ambiente y los recursos naturales*, Resultado final del proyecto de investigación "Valoración Económico - Ambiental de recursos naturales seleccionados en la Cuenca del Río Guanabo", Instituto de Geografía Tropical, [Inédito], 95 pp.
30. **El Serafy, Salah (2002)**, *La contabilidad verde y la sostenibilidad*, Revista *Información Comercial Española* (ICE), No. 800, junio-julio de 2002, pp. 15-30.
31. **Fernández, Danaí (2008)**, *Análisis de los cambios de uso de la tierra en las cuencas hidrográficas Itabo y Guanabo durante el período 1985 – 2005 a partir del procesamiento de imágenes de satélite*, Instituto de Geografía Tropical, Tesis de Maestría, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, 69 p. [Inédito].
32. **Ferro, Hakna (2008)**, *Valoración económica de los impactos ambientales seleccionados del cuabal en la reserva ecológica manejada La Coca*, Instituto de Ecología y Sistemática, Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Gestión Ambiental, Mención Gestión Ambiental en Evaluación de Impacto Ambiental, Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, [Inédito], 92p.
33. **Garrido, Raúl J. (2003)**, *Estudio de caso: Cuba. Aplicación de instrumentos económicos en la política y la gestión ambiental*, Serie *Medio Ambiente y Desarrollo* No. 60, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, mayo de 2003, ISBN: 92-1-322085-5, 84 p.
34. **Gómez Orea, Domingo (1992)**, *Evaluación de impacto ambiental*, Editorial Agrícola Española, 222 pp.
35. **Gómez Orea, Domingo (1994)**, *Ordenación del Territorio*, Editorial Agrícola Española, S. A. España.
36. **Gómez País, Gloria (2002)**, *Análisis económico de las funciones ambientales del manglar*, Tesis de Doctorado, [Inédito].
37. **González, Carmen L. et al. (2008)**, *Análisis de los contrastes espacio-temporales que influyen en los problemas ambientales del ecosistema frágil de la zona costera acumulativa Tarará-Rincón de Guanabo*, Resultado de Proyecto de Investigación, Instituto de Geografía Tropical, La Habana, [Inédito].
38. **Hamilton L. y Pearce, A. (1986)**, *Biophysical Aspects in Watershed Management. Watershed Resources Management: An Integrated Framework with Studies from Asia and the Pacific*. Ed C W Howe. 1st ed. Studies in Water Policy and Management. Boulder, Westview Press; en: **CONAF (1997)**, *Economía ambiental y su aplicación a la gestión de cuencas hidrográficas*, proyecto de investigación desarrollado por la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF), y financiado por el Department for International Development (DFID) del

- gobierno británico, y el Environmental Resources Management (ERM), 2da. Edición, Santiago de Chile, enero de 1998, 132 p.
39. **INRH (1999)**, *Resolución No. 24 / 99 "El gasto sanitario o ecológico de los cursos naturales de agua interrumpido por presas"*, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 6 p.
 40. **Isa, Farid; Ortúzar, Marcelo y Quiroga, Rayén (2005)**, *Cuentas ambientales: conceptos, metodologías y avances en los países de América Latina y el Caribe*, Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos No. 30, División de Estadística y Proyecciones Económicas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, ISBN: 92-1-322624-1, 62 p.
 41. **Lamb, D. (1990)**, *Exploiting the tropical rain forest*, Serie "El hombre y la biosfera", Vol. 3., UNESCO, Cornforth, Reino Unido, The Parthenon Publishing Group; en **Maini, J. S. (1991)**, *Desarrollo sostenible de los bosques, Unasylva. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, FAO.
 42. **Llamas, M. Ramón; Hernández, Nuria; y Martínez, Luis (2000)**, *El uso sostenible de las aguas subterráneas*, Papeles del Proyecto de Aguas Subterráneas, Serie A, No. 1, Aspectos éticos, tecnológicos y económicos, Fundación Marcelino Botín, Madrid, enero del 2000.
 43. **Llanes, Juan (1999)**, *Políticas económicas ambientales. El caso de la contaminación*, Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 172 p., ISBN 959-06-0390-4.
 44. **Lomas, P. L.; Martín, B.; Louis, C.; Montoya, D.; Montes, C. y Álvarez, S. (2005)**, *Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas*, Serie Monografías No. 1, Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez, 78 p.
 45. **Loomis, John; Kent, Paula; Strange, Liz; Fausch, Kurt y Covich, Alan (2000)**, *Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey*, *Ecological Economics*, Vol. 33, No. 1, pp. 103-117.
 46. **Maini, J. S. (1991)**, *Desarrollo sostenible de los bosques, Unasylva. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, FAO, y consultado en <http://www.fao.org/forestry/unasylva.stm> (fecha de consulta: 3 de marzo de 2010).
 47. **Martínez, María del Carmen et. al. (2000)**, Resultado del Proyecto "Teoría y Métodos de Análisis Ambiental", Instituto de Geografía Tropical, La Habana, 300 p., [Inédito].
 48. **Marsh, William M. (1991)**, *Landscape Planning. Environmental Applications*, 2nd. Edition. John Wiley & Son, Inc., Estados Unidos, 339 p.
 49. **Mogas, Joan (2004)**, *Métodos de preferencias reveladas y declaradas en la valoración de impactos ambientales*, *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, No. 57, 3er. Cuatrimestre, 2004, pp. 12-29. Departamento de Hacienda y Administración Pública, Gobierno Vasco.
 50. **Moreno, Mary Luz (2009)**, *Propuesta metodológica para valorar el impacto de las actividades económicas en áreas costeras*, *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 11, pp. 29-38.
 51. **Museo Municipal de Habana del Este (2006)**, *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica "La Coca" 2006-2011*, [Inédito], Ministerio de Cultura.
 52. **Naredo, José Manuel (1990)**, *La economía y su medio ambiente*, *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, No. 17, 2do. Cuatrimestre, 1990, pp. 12-25. Departamento de Hacienda y Administración Pública, Gobierno Vasco.
 53. **Naredo, José Manuel (1996)**, *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Siglo XXI de España Editores, S.A.
 54. **Naredo, José Manuel (2000)**, *Insostenibilidad ecológica y social del "desarrollo económico" y la brecha nortesur*, *Revista Ecuador Debate*, No. 50, agosto 2000, pp. 171-204.
 55. **Oficina Nacional de Normalización (1993)**, *Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales*, NC 93-01-206, Ciudad de La Habana.
 56. **ONU et al. (2003)**, *Integrated Environmental and Economic Accounting 2003. Handbook of National Accounting (borrador final)*, Serie "Studies in Methods", Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo y Banco Mundial, Nueva York, 598 p. consultado en: <http://unstats.un.org/unsd/envAccounting/seea.htm> (fecha de consulta: 15 de marzo de 2007).
 57. **Palacios, Félix et. al. (2005)**, *Estudio de impacto ambiental. Desarrollo petrolero para los yacimientos Tarará y Guanabo, Cuba*, Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (CIMAB), 8p, consultado en <http://www.bvsde.paho.org> (fecha de consulta: 28 de enero de 2010).

58. **Pearce, David y Turner, R. Kerry (1995)**, *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*, Celeste Ediciones, Madrid, 448 p.
59. **Plottu, Eric y Plottu, Béatrice (2007)**, *The concept of Total Economic Value of environment: A reconsideration within a hierarchical rationality*, *Ecological Economics*, Vol. 61, No. 1, pp. 52-61.
60. **Quintana et al. (2006)**, *Base metodológica para el ordenamiento ambiental en zonas de desarrollo turístico*, Resultado de Proyecto de Investigación, Instituto de Geografía Tropical, La Habana, [Inédito].
61. **Remond, Ricardo et. al. (2003)**, *El diagnóstico ambiental de la zona costera de las Playas del Este de La Habana mediante el empleo de los Sistemas de Información Geográfica*, Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana, Museo Municipal de la Habana del Este y Universidad de Málaga, España, 28p.
62. **Reyes, R. et al. (2006)**, *Diagnóstico ambiental de las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo*, Resultado de Proyecto de Investigación, Instituto de Geografía Tropical, La Habana, [Inédito], 109 p.
63. **Simonis, Udo E. (1990)**, *Reestructuración industrial para un desarrollo sostenido: Tres puntos de partida*, *Revista del Instituto de Estudios Económicos de España*, No. 2, 1990.
64. **Suffling, R., Lihou, C. y Morand, Y. (1988)**, *Control of landscape diversity by catastrophic disturbance: a theory and a case study of fire in a Canadian boreal forest*, *Environmental Management*, Vol. 2, No. 1, pp. 73-78; en **Maini, J. S. (1991)**, *Desarrollo sostenible de los bosques*, Unasylva. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales, FAO.
65. **Terry, Carmen C. (1997)**, *Impacto ambiental: primeras experiencias en Cuba*, *Revista Temas* No. 9, enero-marzo de 1997, La Habana, pp. 42-47.
66. **Toledo, A. (1998)**, *Economía de la biodiversidad*, Editorial PNUMA, Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental No. 2, ISBN 968-7913-02-9, México D.F., 273 p.
67. **Tur, Ana I. et. al. (1999)**, *Manejo de las aguas residuales en el sector costero Boca Ciega – Playa Veneciana*, ponencia presentada en el XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental auspiciado por la Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), consultado en <http://www.bvsde.paho.org> (fecha de consulta: 28 de enero de 2010).
68. **Usategui, José M. (1990)**, *Conservación de la naturaleza: Una reflexión desde la Economía*, *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, No. 17, 2do. Cuatrimestre, 1990, pp. 40-51. Departamento de Hacienda y Administración Pública, Gobierno Vasco.
69. **van der Heide, C. Martijn; van den Bergh, Jeroen C.J.M.; van Ierland, Ekko C. y Nunes, Paulo A.L.D. (2008)**, *Economic valuation of habitat defragmentation: A study of the Veluwe, the Netherlands*, *Ecological Economics*, Vol. 67, No. 2, pp. 205-216.

ANEXOS

Anexo 1. Presencia de especies vegetales en la franja hidrorreguladora, usos socioeconómicos por especie y grado de cobertura por períodos

Principales especies		Usos Socioeconómicos por especie	1492-1812 (75-80% de cobertura)	1812-1900 (45-50 % de cobertura)	1900-1959 (5-10 % de cobertura)	1959-1985 (15 % de cobertura)	1985-2005 (18 % de cobertura)
Nombre científico	Nombre vulgar						
<i>Amyris balsamifera</i>	cuaba	mad, med, art, ind	X	X	X		
<i>Amyris elemifera</i>	cuaba	mad, med, art, ind	X	X	X		
<i>Andira inermis</i>	yaba	mad, med, tox, mel	X	X	X		
<i>Bursera simaruba</i>	almácigo	mad, med, art, orn	X	X	X	X	X
<i>Calophyllum calaba</i>	ocuje	mad, med, orn, coman	X	X	X		
<i>Cecropia peltata</i>	yagruma	med, orn, art	X	X	X	X	X
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	mad, med, art, orn, ind	X	X	X		
<i>Ceiba pentandra</i>	ceiba	mad, med, art, orn, ind	X	X	X	X	X
<i>Celtis trinervia</i>	guasimilla	pionera, coman, mad	X	X	X		
<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	caimito	pionera, mad, coman, comhom	X	X	X		
<i>Cojoba arborea</i>	abey moruro	mad	X	X	X		
<i>Colubrina arborescens</i>	bijáguara	mad, med	X	X	X		
<i>Cordia collococca</i>	ateje	mad, med, coman	X	X	X	X	X
<i>Cordia gerascanthus</i>	varía	mad, med, mel, orn	X	X	X		
<i>Cupania americana</i>	guara	mad	X	X	X	X	X
<i>Cupania glabra</i>	guara	mad	X	X	X	X	X
<i>Cupania macrophylla</i>	guara	mad	X	X	X		
<i>Citharexylum spinosum</i>	penda	mad	X	X	X		
<i>Dendropanax arboreus</i>	víbona	med	X	X	X		
<i>Dichrostachys cinerea</i>	marabú	mad, art, orn (primera invasora de Cuba)				X	X
<i>Acacia farnesiana</i>	aroma	mad, mel, art, orn (invasora)				X	X
<i>Drypetes alba</i>	hueso	mad	X	X	X		
<i>Drypetes lateriflora</i>	hueso	mad	X	X	X		
<i>Exothea paniculata</i>	yaicuaaje	mad	X	X	X		
<i>Ficus aurea</i>	jagüey	coman, med, art	X	X	X	X	X
<i>Ficus havanensis</i>	jagüey	coman, med, art	X	X	X		
<i>Genipa americana</i>	jagua	mad, med, art, coman, comhom	X	X	X		
<i>Guarea guidonia</i>	yamagua	mad, med, tox	X	X	X	X	X
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guásima	mad, med, orn, coman, pionera	X	X	X	X	X
<i>Gymnanthes lucida</i>	yaití	mad, tox	X	X	X		

Fuente: Elaborado por los autores (2010).

Leyenda: (mad) especie con uso maderable; (med) especie con uso medicinal; (art) especie con uso artesanal; (ind) especie con uso industrial; (tox) especie tóxica; (orn) especie con uso ornamental; (mel) especie melífera; (pionera) especie pionera; (coman) especie comestible por animales; (comhom) especie comestible por el hombre; (invasora) especie invasora.

Nota: Las celdas con una "X" indican presencia de la especie vegetal y las celdas coloreadas en gris indican que esa especie ya no existe en la zona de la franja hidrorreguladora o que la cantidad de individuos de la especie que aún quedan no garantizan la reproducción de la misma.

Anexo 1. Presencia de especies vegetales en la franja hidrorreguladora, usos socioeconómicos por especie y grado de cobertura por períodos (Conclusión).

Principales especies		Usos Socioeconómicos por especie	1492-1812 (75-80% de cobertura)	1812-1900 (45-50 % de cobertura)	1900-1959 (5-10 % de cobertura)	1959-1985 (15 % de cobertura)	1985-2005 (18 % de cobertura)
Nombre científico	Nombre vulgar						
<i>Lonchocarpus domingensis</i>	guamá	mad, med	X	X	X		
<i>Muntingia calabura</i>	capulí	coman, comhom, pionera	X	X	X	X	X
<i>Nectandra coriacea</i>	sigua	mad, med, coman	X	X	X		
<i>Oxandra lanceolata</i>	yaya	mad, med, coman	X	X	X		
<i>Pera bumeliifolia</i>	jiquí	mad	X	X	X		
<i>Sapindus saponaria</i>	jaboncillo	art	X	X	X		
<i>Sapium jamaicense</i>	lechero	coman, art	X	X	X		
<i>Schefflera morototoni</i>	yagruma macho	med	X	X	X		
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	jocuma	mad, med, coman	X	X	X		
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	cuyá	mad, mel	X	X	X		
<i>Swietenia mahagoni</i>	caoba	mad, med, orn, art	X	X	X		
<i>Tabebuia angustata</i>	roble criollo	mad, orn	X	X	X		
<i>Talipariti elatum</i>	majagua	mad, med, art, orn	X	X	X	X	X
<i>Trema lamackiana</i>	guasimilla	pionera, coman	X	X	X		
<i>Trema micrantha</i>	guasimilla	pionera, coman	X	X	X		
<i>Trichilia havanensis</i>	siguaraya	mad, med, orn	X	X	X	X	X
<i>Trichilia hirta</i>	cabo de hacha	mad, art	X	X	X	X	X
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	ayúa	mad, med	X	X	X		
<i>Zuelania guidonia</i>	guaguasí	mad, med	X	X	X		

Fuente: Elaborado por los autores (2010).

Leyenda: (mad) especie con uso maderable; (med) especie con uso medicinal; (art) especie con uso artesanal; (ind) especie con uso industrial; (tox) especie tóxica; (orn) especie con uso ornamental; (mel) especie melífera; (pionera) especie pionera; (coman) especie comestible por animales; (conhom) especie comestible por el hombre; (invasora) especie invasora.

Nota: Las celdas con una "X" indican presencia de la especie vegetal y las celdas coloreadas en gris indican que esa especie ya no existe en la zona de la franja hidrorreguladora o que la cantidad de individuos de la especie que aún quedan no garantizan la reproducción de la misma.

Anexo 2. Costo de proyectos forestales de tres años en fincas ubicadas en áreas circundantes a la franja hidrorreguladora según tipo de manejo, 2008-2010 (pesos)

Tipo de manejo: establecimiento de plantaciones

Fincas	Año	Área (Ha)	Produc. Posturas	Preparac. Tierras	Plantación	Reposición de Fallas	Mtto. Año 1	Mtto. Año 2	Mtto. Año 3	Construc. Trochas	Mtto. 1 Trochas	Mtto. 2 Trochas	Total
Recreo 7	2008	5	3.485,24	10.259,62	2.545,49	1.216,66	3.172,90	8.985,82	6.075,07	1.621,21	1.284,04	1.284,04	39.930,09
Las Terrazas	2008	40	27.881,93	82.076,98	20.363,94	9.733,32	25.383,23	71.886,54	48.600,54	12.969,69	10.272,32	10.272,32	319.440,81
Total		45	31.367,17	92.336,60	22.909,43	10.949,98	28.556,13	80.872,36	54.675,61	14.590,90	11.556,36	11.556,36	359.370,90
Costo por Hectárea			\$ 697,05	\$ 2.051,92	\$ 509,10	\$ 243,33	\$ 634,58	\$ 1.797,16	\$ 1.215,01	\$ 324,24	\$ 256,81	\$ 256,81	\$ 7.986,02

Tipo de manejo: regeneración natural

Fincas	Año	Área (Ha)	Produc. Posturas	Preparac. Tierras	Plantación	Reposición de Fallas	Mtto. Año 1	Mtto. Año 2	Mtto. Año 3	Construc. Trochas	Mtto. 1 Trochas	Mtto. 2 Trochas	Total
Terraza 1	2008	26	3.994,03	26.512,11	1.658,51	498,73	15.922,07	31.013,32	15.922,07	7.731,99	5.978,70	5.978,70	115.210,23
Terraza 2	2008	32	4.915,73	32.630,29	2.041,24	613,82	19.596,40	38.170,24	19.596,40	9.516,30	7.358,40	7.358,40	141.797,22
Terraza 3	2008	31	4.762,12	31.610,59	1.977,45	594,64	18.984,01	36.977,42	18.984,01	9.218,91	7.128,45	7.128,45	137.366,05
El Ocuje	2010	7	1.075,32	7.137,88	446,52	134,27	4.286,71	8.349,74	4.286,71	2.081,69	1.609,65	1.609,65	31.018,14
Total		96	14.747,20	97.890,87	6.123,72	1.841,46	58.789,19	114.510,72	58.789,19	28.548,89	22.075,20	22.075,20	425.391,64
Costo por Hectárea			\$ 153,62	\$ 1.019,70	\$ 63,79	\$ 19,18	\$ 612,39	\$ 1.192,82	\$ 612,39	\$ 297,38	\$ 229,95	\$ 229,95	\$ 4.431,16

Tipo de manejo: reconstrucción de bosques (enriquecimiento)

Fincas	Año	Área (Ha)	Produc. Posturas	Preparac. Tierras	Plantación	Reposición de Fallas	Mtto. Año 1	Mtto. Año 2	Mtto. Año 3	Construc. Trochas	Mtto. 1 Trochas	Mtto. 2 Trochas	Total
El Cafetal	2008	13	1.326,89	12.521,19	577,25	457,30	473,86	1.421,37	947,72	4.215,15	3.338,50	3.338,50	28.617,73
Recreo 5	2009	10	1.020,69	9.631,68	444,04	351,77	364,51	1.093,36	729,01	3.242,42	2.568,08	2.568,08	22.013,64
Recreo 7	2009	5	510,34	4.815,84	222,02	175,88	182,25	546,68	364,51	1.621,21	1.284,04	1.284,04	11.006,81
Terraza 1	2009	30	3.062,06	28.895,05	1.332,12	1.055,31	1.093,52	3.280,08	2.187,04	9.727,27	7.704,24	7.704,24	66.040,93
La Orquidea	2010	7	714,48	6.742,18	310,83	246,24	255,16	765,35	510,31	2.269,70	1.797,66	1.797,66	15.409,57
La Coca	2010	10	1.020,69	9.631,68	444,04	351,77	364,51	1.093,36	729,01	3.242,42	2.568,08	2.568,08	22.013,64
La 502	2010	10	1.020,69	9.631,68	444,04	351,77	364,51	1.093,36	729,01	3.242,42	2.568,08	2.568,08	22.013,64
Peñas Altas 1	2010	10	1.020,69	9.631,68	444,04	351,77	364,51	1.093,36	729,01	3.242,42	2.568,08	2.568,08	22.013,64
Peñas Altas 2	2010	10	1.020,69	9.631,68	444,04	351,77	364,51	1.093,36	729,01	3.242,42	2.568,08	2.568,08	22.013,64
Total		105	10.717,22	101.132,66	4.662,42	3.693,58	3.827,34	11.480,28	7.654,63	34.045,43	26.964,84	26.964,84	231.143,24
Costo por Hectárea			\$ 102,07	\$ 963,17	\$ 44,40	\$ 35,18	\$ 36,45	\$ 109,34	\$ 72,90	\$ 324,24	\$ 256,81	\$ 256,81	\$ 2.201,36

Costo Total Período	Área (Ha)	Produc. Posturas	Preparac. Tierras	Plantación	Reposición de Fallas	Mtto. Año 1	Mtto. Año 2	Mtto. Año 3	Construc. Trochas	Mtto. 1 Trochas	Mtto. 2 Trochas	Total
	246	56.831,59	291.360,13	33.695,57	16.485,02	91.172,66	206.863,36	121.119,43	77.185,22	60.596,40	60.596,40	1.015.905,78
Costo Total por Hectárea		\$ 231,02	\$ 1.184,39	\$ 136,97	\$ 67,01	\$ 370,62	\$ 840,91	\$ 492,36	\$ 313,76	\$ 246,33	\$ 246,33	\$ 4.129,70

Fuente: Elaborado por los autores a partir de datos brindados por el área de producción de la Unidad Silvícola de Habana del Este.

Anexo 3. Por ciento de supervivencia de especies vegetales seleccionadas en fincas ubicadas en áreas circundantes a la franja hidrorreguladora, 2005-2007

Finca	Especie Vegetal	Año de Plantación	Superficie				Individuos					
			UM	Plantado	Logrado	% de logro	UM	Plantados	Contados	Vivos	Muertos	% de Superv.
Recreo 7	Algarrobo Indio	2005	Ha	5	5	100,0	U	12.500	1.245	1.220	25	98,0
Boticario (Orquídea)	Algarrobo Indio	2007	Ha	20	20	100,0	U	47.040	923	867	56	93,9
Recreo 8 (La Coca)	Moringa	2007	Ha	4	4	100,0	U	10.000	200	178	22	89,0
La Coca 1	Framboyán	2007	Ha	40	40	100,0	U	93.906	2.183	2.000	183	91,6
Yuraguano (Recreo 6)	Algarrobo Indio	2007	Ha	55	55	100,0	U	137.500	2.750	2.428	322	88,3
Los Mangos (Cafetal)	Algarrobo Indio	2007	Ha	30	30	100,0	U	70.560	1.410	1.320	90	93,6
Escuelita (Recreo 6)	Algarrobo de Olor	2007	Ha	30	30	100,0	U	70.560	1.740	1.650	90	94,8
Recreo 6	Bijáguara	2007	Ha	5	5	100,0	U	11.735	235	205	30	87,2
La 502	Bijáguara	2007	Ha	36	36	100,0	U	84.492	1.692	1.476	216	87,2
La Zarza	Algarrobo Indio	2007	Ha	89	89	100,0	U	98.879	7.049	6.104	945	86,6

Fuente: Elaborado por los autores a partir de datos brindados por el área de producción de la Unidad Silvícola de Habana del Este.

Anexo 4-A. Estado mensual de llenado del embalse La Coca (Millones de metros cúbicos y por ciento)

Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%
1972	ENE	-	-	1976	ENE	7,204	61,7	1980	ENE	10,554	90,4
	FEB	-	-		FEB	6,254	53,5		FEB	10,661	91,3
	MAR	-	-		MAR	5,458	46,7		MAR	9,824	84,1
	ABR	-	-		ABR	6,127	52,5		ABR	9,285	79,5
	MAY	-	-		MAY	6,619	56,7		MAY	8,868	75,9
	JUN	-	-		JUN	11,740	100,5		JUN	8,375	71,7
	JUL	-	-		JUL	11,019	94,3		JUL	8,018	68,6
	AGO	-	-		AGO	10,411	89,1		AGO	7,679	65,7
	SEP	-	-		SEP	9,769	83,6		SEP	7,660	65,6
	OCT	11,609	99,4		OCT	9,417	80,6		OCT	10,572	90,5
NOV	11,662	99,8	NOV	10,536	90,2	NOV	11,780	100,9			
DIC	11,644	99,7	DIC	11,108	95,1	DIC	11,519	98,6			
1973	ENE	11,720	100,3	1977	ENE	10,500	89,9	1981	ENE	10,804	92,5
	FEB	11,662	99,8		FEB	9,725	83,3		FEB	10,572	90,5
	MAR	11,519	98,6		MAR	8,837	75,7		MAR	9,802	83,9
	ABR	10,661	91,3		ABR	8,133	69,6		ABR	9,120	78,1
	MAY	10,500	89,9		MAY	7,745	66,3		MAY	8,501	72,8
	JUN	10,715	91,7		JUN	7,327	62,7		JUN	8,700	74,5
	JUL	10,929	93,6		JUL	6,560	56,2		JUL	8,658	74,1
	AGO	11,680	100,0		AGO	6,687	57,3		AGO	8,249	70,6
	SEP	11,662	99,8		SEP	7,707	66,0		SEP	7,793	66,7
	OCT	11,573	99,1		OCT	7,574	64,8		OCT	7,318	62,7
NOV	11,287	96,6	NOV	7,460	63,9	NOV	6,840	58,6			
DIC	10,036	85,9	DIC	7,536	64,5	DIC	6,237	53,4			
1974	ENE	9,087	77,8	1978	ENE	7,603	65,1	1982	ENE	5,683	48,7
	FEB	8,217	70,4		FEB	7,755	66,4		FEB	5,683	48,7
	MAR	7,394	63,3		MAR	7,793	66,7		MAR	5,323	45,6
	ABR	6,441	55,1		ABR	7,997	68,5		ABR	5,062	43,3
	MAY	7,565	64,8		MAY	8,988	77,0		MAY	4,971	42,6
	JUN	7,232	61,9		JUN	10,447	89,4		JUN	9,956	85,2
	JUL	8,406	72,0		JUL	11,700	100,2		JUL	9,340	80,0
	AGO	8,511	72,9		AGO	11,740	100,5		AGO	9,175	78,6
	SEP	8,553	73,2		SEP	11,680	100,0		SEP	9,274	79,4
	OCT	8,711	74,6		OCT	11,626	99,5		OCT	9,208	78,8
NOV	8,574	73,4	NOV	11,700	100,2	NOV	11,740	100,5			
DIC	8,417	72,1	DIC	11,662	99,8	DIC	11,644	99,7			
1975	ENE	8,291	71,0	1979	ENE	11,448	98,0	1983	ENE	11,720	100,3
	FEB	8,249	70,6		FEB	10,751	92,0		FEB	11,760	100,7
	MAR	8,039	68,8		MAR	9,846	84,3		MAR	11,760	100,7
	ABR	7,793	66,7		ABR	9,505	81,4		ABR	11,644	99,7
	MAY	7,745	66,3		MAY	9,131	78,2		MAY	10,000	85,6
	JUN	8,385	71,8		JUN	10,107	86,5		JUN	10,214	87,4
	JUL	8,511	72,9		JUL	11,573	99,1		JUL	9,615	82,3
	AGO	8,364	71,6		AGO	11,700	100,2		AGO	9,241	79,1
	SEP	9,373	80,2		SEP	11,700	100,2		SEP	9,406	80,5
	OCT	9,692	83,0		OCT	11,573	99,1		OCT	9,516	81,5
NOV	8,900	76,2	NOV	11,609	99,4	NOV	9,076	77,7			
DIC	7,892	67,6	DIC	11,289	96,7	DIC	9,351	80,1			

Fuente: Información confeccionada por los autores a partir de registros primarios recopilados en la Empresa Provincial de Aprovechamiento Hidráulico de Ciudad de La Habana, INRH

Anexo 4-A. Estado mensual de llenado del embalse La Coca (Millones de metros cúbicos y por ciento) (Continuación)

Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%
1984	ENE	9,098	77,9	1988	ENE	3,483	29,8	1992	ENE	2,722	23,3
	FEB	8,826	75,6		FEB	2,806	24,0		FEB	2,778	23,8
	MAR	8,354	71,5		MAR	2,762	23,6		MAR	3,145	26,9
	ABR	7,774	66,6		ABR	2,242	19,2		ABR	3,554	30,4
	MAY	7,944	68,0		MAY	4,810	41,2		MAY	3,950	33,8
	JUN	7,831	67,0		JUN	7,327	62,7		JUN	8,732	74,8
	JUL	7,479	64,0		JUL	8,933	76,5		JUL	9,428	80,7
	AGO	7,413	63,5		AGO	8,406	72,0		AGO	9,824	84,1
	SEP	7,793	66,7		SEP	9,032	77,3		SEP	11,848	101,4
	OCT	7,479	64,0		OCT	8,595	73,6		OCT	11,537	98,8
NOV	7,061	60,5	NOV	8,933	76,5	NOV	10,626	91,0			
DIC	6,432	55,1	DIC	8,763	75,0	DIC	9,351	80,1			
1985	ENE	5,870	50,3	1989	ENE	8,133	69,6	1993	ENE	9,945	85,1
	FEB	5,548	47,5		FEB	6,947	59,5		FEB	9,318	79,8
	MAR	5,375	46,0		MAR	6,314	54,1		MAR	8,679	74,3
	ABR	4,782	40,9		ABR	5,690	48,7		ABR	8,711	74,6
	MAY	4,132	35,4		MAY	4,656	39,9		MAY	8,091	69,3
	JUN	4,090	35,0		JUN	3,763	32,2		JUN	7,955	68,1
	JUL	3,829	32,8		JUL	3,395	29,1		JUL	7,603	65,1
	AGO	3,609	30,9		AGO	2,594	22,2		AGO	7,080	60,6
	SEP	3,697	31,7		SEP	3,543	30,3		SEP	7,403	63,4
	OCT	3,210	27,5		OCT	3,763	32,2		OCT	7,128	61,0
NOV	3,868	33,1	NOV	4,576	39,2	NOV	6,900	59,1			
DIC	4,435	38,0	DIC	4,670	40,0	DIC	6,314	54,1			
1986	ENE	2,930	25,1	1990	ENE	4,030	34,5	1994	ENE	6,028	51,6
	FEB	2,554	21,9		FEB	3,554	30,4		FEB	5,683	48,7
	MAR	1,751	15,0		MAR	3,516	30,1		MAR	5,209	44,6
	ABR	1,195	10,2		ABR	3,145	26,9		ABR	4,642	39,7
	MAY	0,756	6,5		MAY	2,606	22,3		MAY	4,300	36,8
	JUN	1,435	12,3		JUN	1,920	16,4		JUN	4,096	35,1
	JUL	0,766	6,6		JUL	1,455	12,5		JUL	3,538	30,3
	AGO	0,756	6,5		AGO	1,445	12,4		AGO	3,295	28,2
	SEP	0,890	7,6		SEP	1,337	11,4		SEP	5,146	44,1
	OCT	1,903	16,3		OCT	2,221	19,0		OCT	5,810	49,7
NOV	1,966	16,8	NOV	2,406	20,6	NOV	5,375	46,0			
DIC	3,200	27,4	DIC	2,890	24,7	DIC	4,831	41,4			
1987	ENE	3,305	28,3	1991	ENE	3,105	26,6	1995	ENE	4,384	37,5
	FEB	3,195	27,4		FEB	3,235	27,7		FEB	3,774	32,3
	MAR	3,928	33,6		MAR	3,005	25,7		MAR	3,205	27,4
	ABR	3,560	30,5		ABR	3,225	27,6		ABR	2,710	23,2
	MAY	2,886	24,7		MAY	3,200	27,4		MAY	2,113	18,1
	JUN	2,389	20,5		JUN	3,510	30,1		JUN	5,855	50,1
	JUL	2,574	22,0		JUL	5,458	46,7		JUL	6,144	52,6
	AGO	3,210	27,5		AGO	5,743	49,2		AGO	6,305	54,0
	SEP	4,336	37,1		SEP	6,013	51,5		SEP	6,526	55,9
	OCT	4,600	39,4		OCT	4,420	37,8		OCT	7,194	61,6
NOV	4,138	35,4	NOV	3,895	33,3	NOV	6,551	56,1			
DIC	3,835	32,8	DIC	3,477	29,8	DIC	5,840	50,0			

Fuente: Información confeccionada por los autores a partir de registros primarios recopilados en la Empresa Provincial de Aprovechamiento Hidráulico de Ciudad de La Habana, INRH

Anexo 4-A. Estado mensual de llenado del embalse La Coca (Millones de metros cúbicos y por ciento) (Continuación)

Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%
1996	ENE	6,000	51,4	1999	ENE	4,390	37,6	2002	ENE	5,990	51,3
	FEB	4,640	39,7		FEB	3,390	29,0		FEB	5,323	45,6
	MAR	3,970	34,0		MAR	2,980	25,5		MAR	4,420	37,8
	ABR	3,100	26,5		ABR	2,666	22,8		ABR	3,190	27,3
	MAY	2,950	25,3		MAY	2,102	18,0		MAY	2,424	20,8
	JUN	2,550	21,8		JUN	1,938	16,6		JUN	3,415	29,2
	JUL	1,910	16,4		JUL	2,762	23,6		JUL	2,431	20,8
	AGO	1,510	12,9		AGO	3,994	34,2		AGO	3,150	27,0
	SEP	0,890	7,6		SEP	5,420	46,4		SEP	4,670	40,0
	OCT	1,310	11,2		OCT	9,510	81,4		OCT	4,698	40,2
NOV	0,860	7,4	NOV	11,660	99,8	NOV	4,691	40,2			
DIC	0,610	5,2	DIC	11,000	94,2	DIC	4,540	38,9			
1997	ENE	0,980	8,4	2000	ENE	10,000	85,6	2003	ENE	4,210	36,0
	FEB	0,860	7,4		FEB	9,450	80,9		FEB	3,340	28,6
	MAR	0,900	7,7		MAR	8,574	73,4		MAR	2,890	24,7
	ABR	0,850	7,3		ABR	7,774	66,6		ABR	2,162	18,5
	MAY	0,770	6,6		MAY	6,823	58,4		MAY	2,985	25,6
	JUN	4,110	35,2		JUN	6,135	52,5		JUN	4,600	39,4
	JUL	4,140	35,4		JUL	5,160	44,2		JUL	5,111	43,8
	AGO	4,080	34,9		AGO	4,670	40,0		AGO	5,111	43,8
	SEP	4,600	39,4		SEP	4,570	39,1		SEP	6,517	55,8
	OCT	4,150	35,5		OCT	5,323	45,6		OCT	6,178	52,9
	NOV	3,470	29,7		NOV	4,642	39,7		NOV	5,578	47,8
	DIC	2,810	24,1		DIC	9,439	80,8		DIC	4,396	37,6
1998	ENE	2,322	19,9	2001	ENE	8,742	74,8				
	FEB	3,300	28,3		FEB	7,944	68,0				
	MAR	3,626	31,0		MAR	6,928	59,3				
	ABR	3,450	29,5		ABR	6,020	51,5				
	MAY	3,499	30,0		MAY	5,773	49,4				
	JUN	3,450	29,5		JUN	4,915	42,1				
	JUL	3,659	31,3		JUL	4,887	41,8				
	AGO	4,930	42,2		AGO	4,162	35,6				
	SEP	6,490	55,6		SEP	6,645	56,9				
	OCT	5,670	48,5		OCT	8,249	70,6				
	NOV	5,480	46,9		NOV	8,165	69,9				
	DIC	4,640	39,7		DIC	7,023	60,1				

Fuente: Información confeccionada por los autores a partir de registros primarios recopilados en la Empresa Provincial de Aprovechamiento Hidráulico de Ciudad de La Habana, INRH

Anexo 4-B. Estado mensual de llenado del embalse La Coca y situación de su régimen de abasto (Millones de metros cúbicos y por ciento)

Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Observaciones sobre la situación de su régimen de abasto
2004	ENE	3,680	31,5	Se encuentra con baja disponibilidad de agua
	FEB	2,640	22,6	Se encuentra con baja disponibilidad de agua
	MAR	1,750	15,0	Se encuentra con baja disponibilidad de agua
	ABR	0,750	6,4	Se encuentra sin disponibilidad de agua
	MAY	0,620	5,3	Sin disponibilidad de agua, se comenzó el bombeo desde la presa Bacuranao
	JUN	0,600	5,1	Se encuentra sin disponibilidad de agua, y se declara en fase de recuperación
	JUL	0,700	6,0	Se encuentra sin disponibilidad de agua, su oferta se suple con la presa Bacuranao
	AGO	1,330	11,4	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	SEP	1,630	14,0	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	OCT	1,600	13,7	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	NOV	1,580	13,5	Se encuentra totalmente deprimida
	DIC	1,570	13,4	Se encuentra totalmente deprimida
2005	ENE	1,390	11,9	Se encuentra totalmente deprimida
	FEB	1,560	13,4	Se encuentra deprimida
	MAR	1,550	13,3	Se encuentra deprimida
	ABR	1,540	13,2	Se encuentra deprimida
	MAY	1,520	13,0	Se encuentra deprimida
	JUN	4,120	35,3	No se está explotando
	JUL	8,190	70,1	No se está explotando
	AGO	9,580	82,0	No hace entregas pues la conductora se encuentra en reparación
	SEP	11,680	100,0	No hace entregas pues la conductora se encuentra en reparación
	OCT	11,680	100,0	No hace entregas pues la conductora se encuentra en reparación
	NOV	11,680	100,0	No hace entregas pues la conductora se encuentra en reparación
	DIC	11,680	100,0	No hace entregas pues la conductora se encuentra en reparación
2006	ENE	11,600	99,3	No hace entregas por salideros en la conductora
	FEB	11,400	97,6	No hace entregas por salideros en la conductora
	MAR	11,100	95,0	No hace entregas por salideros en la conductora
	ABR	10,800	92,5	No hace entregas por salideros en la conductora
	MAY	11,200	95,9	No hace entregas por salideros en la conductora
	JUN	11,700	100,2	No hace entregas por salideros en la conductora
	JUL	11,600	99,3	No hace entregas por salideros en la conductora
	AGO	11,680	100,0	No hace entregas por salideros en la conductora
	SEP	11,580	99,1	No hace entregas por salideros en la conductora
	OCT	11,200	95,9	No hace entregas por salideros en la conductora
	NOV	11,680	100,0	No hace entregas por salideros en la conductora
	DIC	11,090	94,9	No hace entregas por salideros en la conductora
2007	ENE	10,950	93,8	No hace entregas por salideros en la conductora
	FEB	10,790	92,4	No hace entregas por salideros en la conductora
	MAR	10,020	85,8	No hace entregas por salideros en la conductora
	ABR	9,410	80,6	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	MAY	8,180	70,0	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	JUN	7,770	66,5	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	JUL	7,350	62,9	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	AGO	6,420	55,0	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	SEP	7,380	63,2	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	OCT	7,880	67,5	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	NOV	7,830	67,0	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto
	DIC	6,420	55,0	No se refleja ninguna incidencia en su régimen de abasto

Fuente: Boletines Hidrológicos 2004-2007, Dirección de Cuencas Hidrográficas, Servicio Hidrológico Nacional, INRH

Nota: Las observaciones que aparecen reflejadas en la tabla fueron extraídas de los propios comentarios que se hacen en cada Boletín Hidrológico sobre la situación del abasto a la población para cada provincia.

Anexo 4-B. Estado mensual de llenado del embalse La Coca y situación de su régimen de abasto (Millones de metros cúbicos y por ciento) (Conclusión)

Años	Meses	Volumen (MM m ³)	%	Observaciones sobre la situación de su régimen de abasto
2008	ENE	5,290	45,3	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	FEB	4,620	39,6	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	MAR	3,880	33,2	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	ABR	3,760	32,2	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	MAY	2,960	25,3	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	JUN	3,350	28,7	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	JUL	2,850	24,4	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	AGO	3,920	33,6	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	SEP	5,650	48,4	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	OCT	6,200	53,1	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	NOV	7,030	60,2	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	DIC	6,310	54,0	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
2009	ENE	5,890	50,4	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	FEB	5,410	46,3	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	MAR	4,780	40,9	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	ABR	4,310	36,9	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	MAY	3,810	32,6	Se le presta atención al embalse La Coca por su relativamente baja capacidad útil
	JUN	3,270	28,0	Se le presta especial atención al embalse La Coca por su baja capacidad útil
	JUL	2,800	24,0	Se le presta especial atención al embalse La Coca por su baja capacidad útil
	AGO	2,640	22,6	Se le presta especial atención al embalse La Coca por su baja capacidad útil
	SEP	2,200	18,8	Se le presta especial atención al embalse La Coca por su baja capacidad útil
	OCT	1,920	16,4	Se le presta especial atención al embalse La Coca por su baja capacidad útil
	NOV	1,300	11,1	En terminación la conductora desde la presa Bacuranao hasta la planta de filtros
	DIC	1,020	8,7	En estado crítico, la presa Bacuranao suple parte de las entregas mediante conductora
2010	ENE	0,990	8,5	En estado crítico, la presa Bacuranao suple parte de las entregas mediante conductora
	FEB	1,000	8,6	En estado crítico, la presa Bacuranao suple parte de las entregas mediante conductora
	MAR	0,980	8,4	En estado crítico, la presa Bacuranao suple parte de las entregas mediante conductora
	ABR	0,930	8,0	Se encuentran cerrados hasta lograr su recuperación, la presa Bacuranao suple parte de las entregas mediante conductora
	MAY	-	0,0	

Fuente: Boletines Hidrológicos 2008-2009, Dirección de Cuencas Hidrográficas, Servicio Hidrológico Nacional, INRH

Nota: Las observaciones que aparecen reflejadas en la tabla fueron extraídas de los propios comentarios que se hacen en cada Boletín Hidrológico sobre la situación del abasto a la población para cada provincia.

Anexo 5. Costo mensual de extracción de agua subterránea en pozos estatales ubicados en la zona de carso litoral

AÑO	MES	Volumen extraído (m ³)	Costo de extracción para \$ 0,14 el m ³ (pesos / m ³)	Costo de extracción para \$ 0,47 el m ³ (pesos / m ³)	Costo de extracción para \$ 0,83 el m ³ (pesos / m ³)
2006	ENE	450.686,10	\$ 63.096,05	\$ 211.822,47	\$ 374.069,46
	FEB	352.000,00	\$ 49.280,00	\$ 165.440,00	\$ 292.160,00
	MAR	333.722,69	\$ 46.721,18	\$ 156.849,66	\$ 276.989,83
	ABR	386.300,10	\$ 54.082,01	\$ 181.561,05	\$ 320.629,08
	MAY	569.562,24	\$ 79.738,71	\$ 267.694,25	\$ 472.736,66
	JUN	455.368,41	\$ 63.751,58	\$ 214.023,15	\$ 377.955,78
	JUL	459.344,91	\$ 64.308,29	\$ 215.892,11	\$ 381.256,28
	AGO	481.116,48	\$ 67.356,31	\$ 226.124,75	\$ 399.326,68
	SEP	369.828,16	\$ 51.775,94	\$ 173.819,24	\$ 306.957,37
	OCT	389.272,00	\$ 54.498,08	\$ 182.957,84	\$ 323.095,76
	NOV	404.289,60	\$ 56.600,54	\$ 190.016,11	\$ 335.560,37
	DIC	346.274,24	\$ 48.478,39	\$ 162.748,89	\$ 287.407,62
2007	ENE	415.750,40	\$ 58.205,06	\$ 195.402,69	\$ 345.072,83
	FEB	396.029,92	\$ 55.444,19	\$ 186.134,06	\$ 328.704,83
	MAR	348.000,47	\$ 48.720,07	\$ 163.560,22	\$ 288.840,39
	ABR	339.168,54	\$ 47.483,60	\$ 159.409,21	\$ 281.509,89
	MAY	360.171,05	\$ 50.423,95	\$ 169.280,39	\$ 298.941,97
	JUN	527.354,88	\$ 73.829,68	\$ 247.856,79	\$ 437.704,55
	JUL	388.544,83	\$ 54.396,28	\$ 182.616,07	\$ 322.492,21
	AGO	488.890,85	\$ 68.444,72	\$ 229.778,70	\$ 405.779,41
	SEP	387.533,12	\$ 54.254,64	\$ 182.140,57	\$ 321.652,49
	OCT	471.928,87	\$ 66.070,04	\$ 221.806,57	\$ 391.700,96
	NOV	412.509,76	\$ 57.751,37	\$ 193.879,59	\$ 342.383,10
	DIC	477.915,36	\$ 66.908,15	\$ 224.620,22	\$ 396.669,75
2008	ENE	462.245,68	\$ 64.714,40	\$ 217.255,47	\$ 383.663,91
	FEB	446.219,53	\$ 62.470,73	\$ 209.723,18	\$ 370.362,21
	MAR	431.927,52	\$ 60.469,85	\$ 203.005,93	\$ 358.499,84
	ABR	463.714,24	\$ 64.919,99	\$ 217.945,69	\$ 384.882,82
	MAY	433.804,72	\$ 60.732,66	\$ 203.888,22	\$ 360.057,92
	JUN	403.871,48	\$ 56.542,01	\$ 189.819,60	\$ 335.213,33
	JUL	373.938,24	\$ 52.351,35	\$ 175.750,97	\$ 310.368,74
	AGO	368.405,44	\$ 51.576,76	\$ 173.150,56	\$ 305.776,52
	SEP	402.550,72	\$ 56.357,10	\$ 189.198,84	\$ 334.117,10
	OCT	399.582,77	\$ 55.941,59	\$ 187.803,90	\$ 331.653,70
	NOV	442.731,49	\$ 61.982,41	\$ 208.083,80	\$ 367.467,14
	DIC	444.950,15	\$ 62.293,02	\$ 209.126,57	\$ 369.308,62
2009	ENE	447.168,80	\$ 62.603,63	\$ 210.169,34	\$ 371.150,10
	FEB	393.184,48	\$ 55.045,83	\$ 184.796,71	\$ 326.343,12
	MAR	358.367,36	\$ 50.171,43	\$ 168.432,66	\$ 297.444,91
	ABR	367.773,12	\$ 51.488,24	\$ 172.853,37	\$ 305.251,69
	MAY	452.938,72	\$ 63.411,42	\$ 212.881,20	\$ 375.939,14
	JUN	456.021,28	\$ 63.842,98	\$ 214.330,00	\$ 378.497,66
	JUL	434.482,88	\$ 60.827,60	\$ 204.206,95	\$ 360.620,79
	AGO	432.264,30	\$ 60.517,00	\$ 203.164,22	\$ 358.779,37
	SEP	407.325,98	\$ 57.025,64	\$ 191.443,21	\$ 338.080,56
	OCT	387.568,23	\$ 54.259,55	\$ 182.157,07	\$ 321.681,63
	NOV	405.607,30	\$ 56.785,02	\$ 190.635,43	\$ 336.654,06
	DIC	409.184,95	\$ 57.285,89	\$ 192.316,93	\$ 339.623,51

Fuente: Elaborado por los autores a partir de datos de extracción de agua subterránea en pozos estatales ubicados en la zona de carso litoral de la cuenca, y brindados por la Dirección de Ingeniería de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Este.

Nota: De la cifra oficial del costo de extracción dada por el INRH de 0,14 centavos por m³, 3 centavos corresponden al valor en CUC de dicho costo, por lo que se hizo la conversión de dicho monto sobre la base de 1 CUC = 12 pesos y de 1 CUC = 24 pesos.

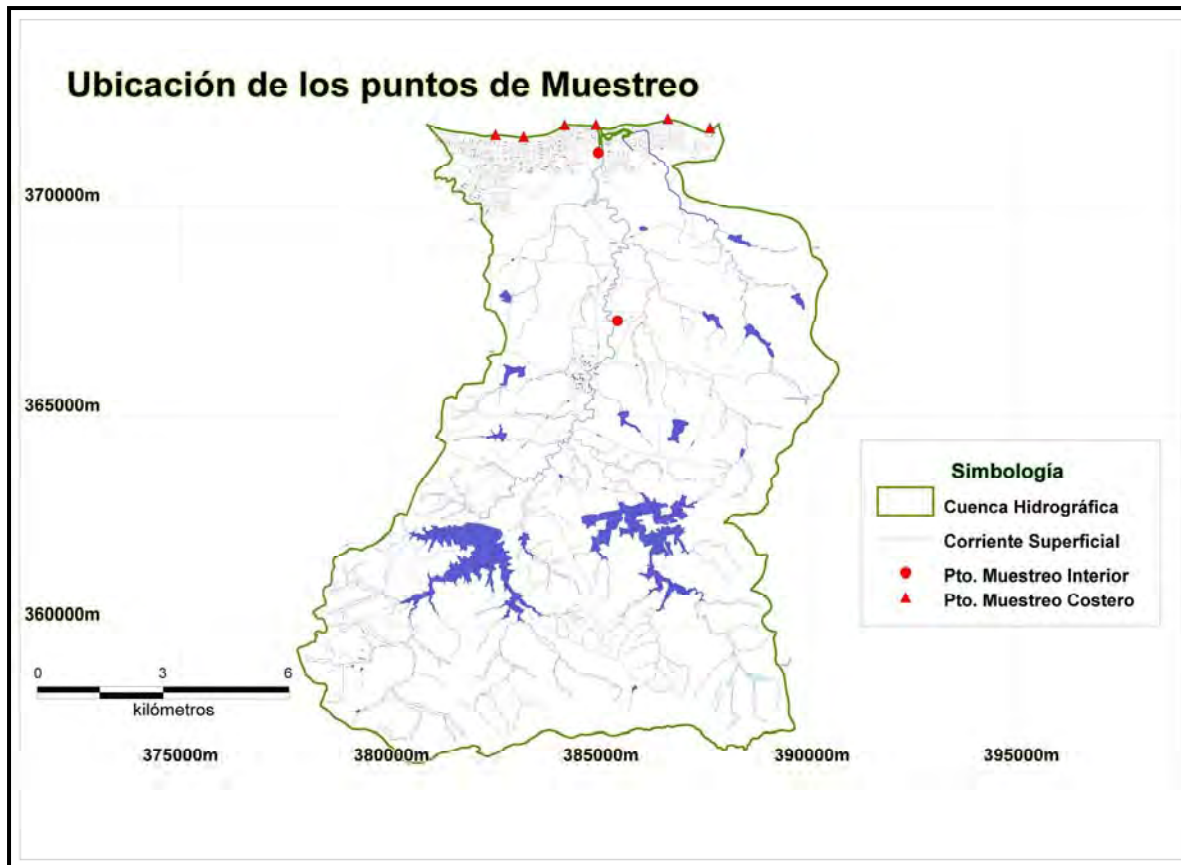
Anexo 5. Costo mensual de extracción de agua subterránea en pozos estatales ubicados en la zona de carso litoral (Conclusión)

AÑO	MES	Volumen extraído (m ³)	Costo de extracción para \$ 0,14 el m ³ (pesos / m ³)	Costo de extracción para \$ 0,47 el m ³ (pesos / m ³)	Costo de extracción para \$ 0,83 el m ³ (pesos / m ³)
2010	ENE	467.133,48	\$ 387.720,79	\$ 65.398,69	\$ 387.720,79
	FEB	492.120,00	\$ 408.459,60	\$ 68.896,80	\$ 408.459,60
	MAR	530.863,20	\$ 440.616,46	\$ 74.320,85	\$ 440.616,46
	ABR	530.863,20	\$ 440.616,46	\$ 74.320,85	\$ 440.616,46
Total 2006-2010		22.058.372,24	\$ 3.088.172,11	\$ 10.367.434,95	\$ 18.308.448,96
Promedio mensual		424.199,47	\$ 59.387,93	\$ 199.373,75	\$ 352.085,56

Fuente: Elaborado por los autores a partir de los datos de extracción mensual de agua subterránea en los pozos estatales ubicados en la zona de carso litoral de la cuenca del río Guanabo, brindados por especialistas de la Dirección de Ingeniería de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Este.

Nota: De la cifra oficial del costo de extracción dada por el INRH de 0,14 centavos por m³, 3 centavos corresponden al valor en CUC de dicho costo, por lo que se hizo la conversión de dicho monto sobre la base de 1 CUC = 12 pesos y de 1 CUC = 24 pesos.

Anexo 6. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de calidad del agua existentes en la cuenca según entidad



Fuente: Elaborado por los autores a partir de las coordenadas de los puntos de muestreo del Centro de Ingeniería y Manejo de Bahías y Costas (CIMAB) y de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Ciudad de La Habana.

Anexo 7. Resultado de los muestreos de calidad del agua en la zona litoral de la cuenca del río Guanabo, 2006-2007

Indicadores	UM	5ta. Ave. e/ 476 y 478		5ta. Ave. e/ 494 y 496		Desembocadura río	
		2006	2007	2006	2007	2006	2007
Hidroquímica							
Oxígeno disuelto (OD)	mg.L ⁻¹	5,16	6,23	7,18	7,25	6,15	5,65
pH	uds	6,79	7,57	6,86	7,54	6,65	7,31
Temperatura	°C	27,30	27,00	27,23	26,75	26,50	26,45
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄)	μmol.L ⁻¹	3,12	2,42	3,03	2,47	2,46	2,49
DBO ₅	mg.L ⁻¹	1,00	2,34	2,34	1,97	2,27	3,54
DQO	mg.L ⁻¹	2,18	1,45	3,82	2,48	4,43	6,50
Fósforo total (Pt)	μmol.L ⁻¹	1,41	0,77	1,41	0,56	0,86	2,78
Salinidad (S‰)	‰	22,09	29,29	36,08	36,38	34,17	28,58
Turbidez	NTU	3,24	2,11	1,31	1,01	2,20	2,90
Microbiología							
Estreptococos fecales (NMP)	NMP/100mL	-	-	-	-	-	-
Coliformes fecales (NMP)	NMP/100mL	-	-	-	-	-	-
Indicadores biológicos							
Concentración de clorofila-a	mg.m ⁻³	-	-	-	-	-	-
Hidrocarburos							
Hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos (HCDD)	μg.L ⁻¹	-	-	-	-	6,26	6,58

Fuente: CIMAB (2007, 2008)

Anexo 8. Resultado de los muestreos de calidad del agua en la corriente principal del río Guanabo, 2008-2009

Indicadores	UM	2008		2009	
		11-jun	30-nov	30-jun	30-nov
Cercanías de la desembocadura del río Guanabo (Coordenadas N: 371,30 y E: 385,00)					
CE		226	100	267	-
pH	U	7,72	7,80	7,68	7,70
NO ₂		>0,01	147	0,06	0,01
NO ₃		-	-	<8,8	-
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg.L ⁻¹	21	10	41	24
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg.L ⁻¹	6,2	38,0	229,0	325,0
Oxígeno Disuelto (OD)	mg.L ⁻¹	3,2	3,2	3,5	3,0
Coliformes Totales (CT)	NMP/100mL	3.900	11.000	2.400	1.200
Coliformes Fecales (CF)	NMP/100mL	2.400	1.100	240	1.600
Cercanías de Campo Florido (Coordenadas N: 367,28 y E: 385,46)					
CE		775	210	790	-
pH	U	7,72	8,05	7,97	7,90
NO ₂		>0,01	256	0,33	0,02
NO ₃		-	-	<8,8	-
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg.L ⁻¹	13	9	2	25
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg.L ⁻¹	3,1	49,0	30,0	250,0
Oxígeno Disuelto (OD)	mg.L ⁻¹	3,5	2,5	3,2	2,5
Coliformes Totales (CT)	NMP/100mL	15.000	290	2.400	2.400
Coliformes Fecales (CF)	NMP/100mL	1.500	40	2.100	1.600

Fuente: Información suministrada por la Empresa Provincial de Aprovechamiento Hidráulico de Ciudad Habana

Nota: En cuanto a la localización dentro de la cuenca de estos dos puntos de muestreo, debe consultarse el mapa que se refleja en el Anexo 6 del presente informe donde ambos coinciden con los puntos internos dentro de la cuenca.

Anexo 9. Distribución de los pozos estatales de extracción de agua subterránea ubicados en la zona de curso litoral



Fuente: Imagen brindada por el Departamento Técnico de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Este, INRH.

Anexo 10. Glosario de Términos

Análisis Costo-Beneficio

Estimación de los beneficios y los costos de una política o proyecto. Los términos costo y beneficio se utilizan respectivamente en el sentido de una disminución o incremento del bienestar. Se entiende por bienestar la satisfacción de las preferencias de los consumidores. En el análisis costo-beneficio es importante identificar como alternativas los costos y beneficios con y sin proyecto. El concepto de costo o beneficio no se aplica aquí como se emplea en la economía convencional. Un costo que se evita (por ejemplo, para depurar agua) es un beneficio, mientras que un beneficio perdido se convierte en un costo.

Bienes Ambientales

Elementos de la estructura abiótica o biótica de los ecosistemas que poseen o pueden poseer un valor social y/o económico.

“Utilidad o beneficio del recurso natural, materializado en la mercancía de oferta limitada que satisface necesidades humanas”

Durán et. al., 2007

Capital Natural

El término capital natural comenzó a difundirse desde la economía ambiental con la publicación del texto de Pearce y Turner (1990). A partir de entonces se surge el debate sobre conceptos claves como sustentabilidad débil y fuerte y la existencia o menos inexistencia de sustituibilidad entre las distintas formas de capital (artificial, natural, humano y social).

Según Daly y Cobb (1989), el capital natural es *“el medio de producción no producido que genera un flujo de recursos y servicios naturales”*.

Por su parte, Isa, Ortúzar y Quiroga (2005), definen el capital natural *“como un conjunto de dinámicas valiosas que la naturaleza provee a los seres humanos, que incluye la formación y regeneración de los recursos naturales y de donde fluye constantemente una serie de servicios ambientales”*.

Contabilidad Verde

“La forma básica y más directa de la contabilidad verde es compilar indicadores del cambio medioambiental expresados en unidades físicas o como índices basados en unidades físicas. Los indicadores estarían relacionados con diferentes aspectos del medio ambiente como «fuente» y como «sumidero». Se referirían, por ejemplo, a la protección forestal, las capas freáticas y los depósitos minerales, por un lado, y a los contaminantes del aire y del agua, por el otro.”

El Serafy, 2002

Costo de Oportunidad

Valor de lo que se deja de obtener cuando se adquiere o se consigue otra cosa. Por lo general se utiliza como un criterio de selección de la mejor opción en términos económico, es decir, la que permita alcanzar un máximo de beneficios a partir de la decisión tomada. También se puede emplear como una técnica para valorar un impacto ambiental determinado.

Desarrollo Sostenible

El término *Desarrollo Sostenible* lo introdujo la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1987 (conocida como Comisión Brundtland). Éste propugna un desarrollo que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de las futuras para satisfacer sus propias necesidades.

No existe una teoría admitida sobre lo que puede ser sostenibilidad ni una definición operacional, aunque las ideas confluyen en la necesidad de integrar los enfoques económico, ecológico y social de este concepto a la luz de las diferentes interpretaciones de cada disciplina.

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.

(Ley 81 de Medio Ambiente de la República de Cuba)

Economía Ambiental

Escuela de pensamiento económico surgida en las décadas del 50 y el 60 del siglo XX, como parte de los fenómenos de contaminación en países industrializados. Su marco teórico es el neoclásico y su esencia radica en demostrar la importancia económica de la degradación ambiental, precisar las causas económicas de este fenómeno y diseñar los incentivos económicos para atenuar, detener y hacer reversible la degradación. En las interrelaciones medio ambiente-economía, los efectos de la degradación se perciben como una pérdida de bienestar. La economía ambiental busca crear nuevos mercados para solucionar estos problemas. También se ocupa del medio ambiente en tres sentidos como: a) Fuente de recursos naturales; b) Fuente de servicios ambientales y c) Asimilador de desechos

Economía Ecológica

Estudio multidisciplinario de problemas económicos, derivado esencialmente en los límites y fronteras impuestos a la economía humana por el contexto físico natural o "gran economía". También se puede definir como la aplicación colectiva de la economía, la ecología y otras disciplinas para desarrollar una nueva categoría de análisis en las relaciones hombre-naturaleza. Esta disciplina surge a partir de la influencia de los trabajos de Nicholas Georgescu-Roegen, Kenneth Boulding y Herman Daly en las décadas del 60 y del 70. Se consolida a finales de la década del 80 con la creación de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica (ISEE). La economía ecológica se ocupa especialmente de desarrollar nuevos instrumentos macroeconómicos que reflejan de forma más adecuada los siguientes aspectos: a) Límites de la economía respecto al ecosistema global; b) Funcionamiento de la economía en un estado estacionario; c) Bienestar económico de las personas y de la sociedad y d) Formas de estimular y medir la durabilidad de los productos.

Medio ambiente

Sistema de factores abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, en un proceso de adaptación, transformación y utilización del mismo para satisfacer sus necesidades.

“El medio ambiente es un sistema complejo y dinámico de interrelaciones ecológicas, socioeconómicas y culturales, que evoluciona a través del proceso histórico de la sociedad, abarca la naturaleza, la sociedad, el patrimonio histórico-cultural, lo creado por la humanidad, la propia humanidad, y como elemento de gran importancia las relaciones sociales y la cultura.”

(Tabloide del curso de Universidad para Todos “Introducción al conocimiento del medio ambiente”)

Recurso Natural

Los componentes del medio ambiente susceptibles de ser utilizados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos. Estos se pueden clasificar en recursos renovables y no renovables, atendiendo a las posibilidades inherentes al propio recurso que le permiten regenerarse a un ritmo inferior a su tiempo de vida útil, o no.

Reserva Ecológica

“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”. (CNAP, 2009)

Servicios Ambientales

Se relacionan con la utilidad que, para la sociedad humana, poseen algunas de las funciones que realizan los ecosistemas. En un sentido amplio, los servicios constituyen los flujos de energía, materia e información de los sistemas ecológicos que aprovecha el ser humano.

“Beneficio que se obtiene de forma directa o indirecta como resultado del funcionamiento natural de los elementos bióticos y abióticos del medio ambiente.” (Durán et. al., 2007)