



ORDENAMIENTO AMBIENTAL
REGIÓN ESPECIAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE
BAMBURANAO



Autores:**Etapas de Caracterización**

Gustavo Martín Morales	Instituto de Geografía Tropical
Leonor Méndez Herrera	Coordinadora REDS Bamburanao. Directora REDS Bamburanao
Marilys Castro Castillo	REDS Bamburanao
Yeny Morales Pérez	REDS Bamburanao
Midiala Rodríguez Reyes	REDS Bamburanao
Ana Paula Pedrosa Fernández	REDS Bamburanao
Bárbara Pérez González	REDS Bamburanao
Marisleidy Valdés Manso	REDS Bamburanao
María del Carmen Olivera Isern	Coordinadora Ciego de Ávila. Directora UMA Ciego de Ávila
Arguil Pérez Buchillón	CITMA Ciego de Ávila
Zulima Díaz Montes	CITMA Ciego de Ávila
Osmany Ceballo Melendres	Coordinador Sancti Spíritus. Instituto de Meteorología
Dianelis Portal Castillo	Coordinador Geomática. Instituto Meteorología
Armando Falcón Méndez	Parque Nacional Caguanes
Lourdes Castelo Valdés	Coordinadora Villa Clara
Jorge I. Yeras Díaz Velis	CESAM Villa Clara
Luis E. Pérez Borroto	CESAM Villa Clara
Pedro Pablo Brito	Complejo Heriberto Duquesne

Etapas de Diagnóstico y Propositiva

Miguel Ribot Guzmán	Instituto de Geografía Tropical
Grisel Barranco Rodríguez	Instituto de Geografía Tropical
Indira Forri Vigil	Instituto de Geografía Tropical
Carmen L. González Garcíandía	Instituto de Geografía Tropical
Dely Rodríguez Velásquez	Instituto de Ecología y Sistemática
Leonor Méndez Herrera	Coordinadora REDS Bamburanao. Directora REDS Bamburanao
María del Carmen Olivera Isern	Coordinadora Ciego de Ávila. Directora UMA Ciego de Ávila
Marilys Castro Castillo	REDS Bamburanao
Yeny Morales Pérez	REDS Bamburanao
Midiala Rodríguez Reyes	REDS Bamburanao
Bárbara Pérez González	REDS Bamburanao
Marisleidy Valdés Manso	REDS Bamburanao
Omar Estrada Díaz	REDS Bamburanao
Zulima Díaz Montes	CITMA Ciego de Ávila
Osmany Ceballo Melendres	Coordinador Sancti Spíritus. Instituto de Meteorología
Dianelis Portal Castillo	Coordinador Geomática. Centro Provincial de Meteorología
Lourdes Castelo Valdés	Coordinadora Villa Clara
Jorge I Yeras Diaz Velis	CESAM Villa Clara
Luis E. Pérez Borroto	CESAM Villa Clara
Ernesto Pulido García	UMA Sancti Spíritus
Miguel A. Delgado Méndez	Parque Nacional Caguanes.

Colaboradores

Larry Menéndez Rivero	CAM de Florencia
Alberto Cruañas Sospedra	Catastro Florencia
Roberto A Broche Enrique	CAM de Caibarién
Gustavo Carballé	Delegación de la Agricultura Yaguajay
Didier Rodríguez	SEF Yaguajay
Guillermo Escobar Cabriales	CAP Sancti Spíritus
Aníbal Torrecilla Ortiz	SEF Villa Clara
Luis González Borrego	DPPF Sancti Spíritus
Abel Hernández Muños	Museo de Historia Natural Sancti Spíritus

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2- PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	6
2.1- ETAPA I. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	8
2.2- ETAPA II. CARACTERIZACIÓN.....	9
2.3- ETAPA III. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	13
3- ETAPA DE CARACTERIZACIÓN	23
3.1- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
3.1.1- LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y LÍMITES.....	23
3.2- CATACTERIZACION DEL SUBSISTEMA NATURAL	25
3.2.1- GEOLOGÍA	25
3.2.2- RELIEVE.....	27
3.2.3- CLIMA	29
Fuente: Atlas de Cuba.	35
3.2.4- AGUA.....	36
3.2.5- SUELOS	41
3.2.6-VEGETACIÓN Y FAUNA	44
3.2.7- ÁREAS PROTEGIDAS	57
3.3- CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA SOCIO-DEMOGRÁFICO	58
3.3.1- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	58
3.3.2- INFRAESTRUCTURA SOCIAL.....	62
3.4- CARACTERIZACIÓN DEL SUBSITEMA ECONÓMICO PRODUCTIVO	75
3.4.1- USO Y TENENCIA DE LA TIERRA.....	75
4- ETAPA DE DIAGNÓSTICO.....	94
4.1- DETERMINACIÓN DE POTENCIALES NATURALES	94
4.2- LIMITACIONES DE USO	103
4.3- PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	109
5- ETAPA PROPOSITIVA	123
5.1- MODELO DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL.....	123
6- CONCLUSIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	148
LISTADO DE FIGURAS, TABLAS Y MATRICES	152
ANEXOS	154

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible de un territorio depende en gran medida del estado y disponibilidad de los recursos naturales que posee, de su uso racional y de las interacciones de producción de su entorno. Muchas veces la sobreexplotación de estos, hace que poco a poco se agoten, es necesario entonces alcanzar un equilibrio dinámico entre la disponibilidad de los mismos y su capacidad de recuperación.

La planificación y el ordenamiento territorial, con todas sus implicaciones económicas, sociales, políticas y ambientales, se han practicado en Cuba desde los primeros años de la Revolución. Su propósito, orientado al logro de mejores opciones en el aprovechamiento del espacio y uso de los recursos, respondió a demandas concretas, de ubicación de inversiones del Estado, como parte de la implementación de los programas identificados dentro de una estrategia de desarrollo, fundamentada en la equidad social y en la eliminación de las diferencias regionales.

El Ordenamiento Ambiental es un proceso que demanda más que ninguno el concurso multidisciplinario y la participación. La identificación de las entidades que a nivel territorial tendrán a su cargo la realización de las tareas correspondientes es un elemento sustancial, a fin de garantizar las más adecuadas propuestas. La ecología del paisaje constituye una herramienta poderosa tanto desde el punto de vista del conocimiento científico como en la aplicación práctica de las interrelaciones ecológicas entre los parches que conforman un paisaje.

El proyecto internacional “Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados” (Conectando Paisaje) coordinado por el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) y la Agencia de Medio Ambiente (AMA) y el Instituto de Ecología y Sistemática (IES) por la parte ejecutora, el Centro Nacional de Áreas Protegidas del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), la Dirección Nacional Forestal, el Instituto de Investigaciones Agroforestales y el Instituto de Investigaciones Porcinas del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI) como participantes tienen la posibilidad de articular el conocimiento científico con la experiencia para cumplir el objetivo del proyecto: Disminuir la vulnerabilidad de la diversidad biológica ante amenazas presentes y futuras con enfoque de paisaje, a fin de proteger los refugios núcleos para la biodiversidad, manejando la fragmentación como un todo, incluyendo la provocada por las prácticas productivas en el paisaje, y minimizando las amenazas tales como incendios y la contaminación que tienen sus orígenes en las prácticas usuales empleadas en el sector productivo en los ecosistemas montañosos.

El Ordenamiento Ambiental (OA), con consideraciones de conectividad biológica y resiliencia de ecosistemas, son instrumentos y capacidades para la planificación del uso de la tierra y zonificación de las áreas. Por otra parte, a la luz de la dinámica actual, en que el cambio climático y otros fenómenos asociados obligan a las sociedades a prepararse y adaptarse con urgencia a las consecuentes transformaciones que ya se están experimentando, se impone reordenar las actividades económicas y sociales en el espacio con nuevas visiones alternativas de optimización dentro de las Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible (REDS).

En la REDS Bamburanao no está definida con visión estratégica la relación entre el uso del espacio geográfico y el aprovechamiento del potencial natural, expresado en la fragmentación del paisaje y la carencia de un instrumento que posibilite la integración intersectorial para el manejo ambiental de la región con un modelo espacial coherente, que articule adecuadamente el flujo y circulación entre los componentes naturales y socioeconómicos, esto determina la necesidad de contar con un patrón que sustente el proceso de gestión ambiental en los diferentes ecosistemas.

Como antecedentes al estudio existen en la región el Modelo de Ordenamiento Ambiental en el municipio Yaguajay (Martínez, J. M. 2012), Florencia (Colectivo de autores 2014) y Chambas (Colectivo de autores 2014); así como las Estrategias de Desarrollo Local de estos (Yaguajay, colectivo de autores 2014, Florencia, colectivo de autores 2014 y Chambas, colectivo de autores 2013), más Remedios (Colectivo de autores 2016) y Caibarién (Colectivo de autores 2016), el Estudio Geográfico e Infraestructura de Datos Espaciales para el Manejo de la Región Especial de Desarrollo Sostenible “Bamburanao”, (Martin Morales, G. 2012), El Sistema de Información Geográfica de Yaguajay (SIG 2004) así como el Estudio Geográfico Integral de Yaguajay (Colectivo de autores, 1996) y el Esquema del Desarrollo del Plan Turquino Bamburanao, (Colectivo de autores, 2009).

El **objetivo general** consiste en: Elaborar un Modelo de Ordenamiento Ambiental (MOA) de la región que interrelacione el Ordenamiento Territorial (OT) de los municipios que conforman la REDS e incorpore consideraciones de conectividad biológica y resiliencia de los ecosistemas.

Para el desarrollo del mismo se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

- Caracterizar natural, socio-demográfica y económico-productiva la REDS.
- Identificar las Unidades Ambientales (UA).
- Identificar las limitaciones ambientales de uso (legales, naturales, y por estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR)).
- Identificar los usos potenciales por cada sector identificado y en cada UA.
- Identificar los conflictos ambientales de uso y entre sectores.
- Identificar la problemática ambiental por UA.
- Elaborar el Modelo de Ordenamiento Ambiental a partir de las políticas ambientales, usos ambientalmente recomendados, lineamientos, regulaciones y normas ambientales.
- Presentar el MOA en los Consejos de Administración Municipal (CAM) y Provincial (CAP) según proceda para su aprobación.

Para el cumplimiento del objetivo trazado se plantean las siguientes tareas:

- Creación de equipos de trabajos multidisciplinarios municipales y provinciales.
- Aplicación de la metodología para el Ordenamiento Ambiental elaborada por AMA-IGT.
- Búsqueda y consulta bibliográfica sobre la temática y el área de estudio.
- Realización de talleres participativos y trabajos de campo.
- Edición y representación cartográfica de los resultados empleando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

- Redacción e impresión del documento final.

2- PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El MOA se elaboró en dos etapas fundamentales: gabinete y campo. En la etapa de gabinete se realizó la consulta del material bibliográfico y cartográfico y a continuación se redactó el informe preliminar con la caracterización de los sistemas naturales, socio demográfico y económico productivo, con sus correspondientes mapas. Esta información se comprobó y complementó en el campo, con recorridos por la región de estudio; así mismo se realizaron cuatro talleres participativos y uno de expertos. Nuevamente, en el gabinete, se llevaron a cabo primero las evaluaciones y a continuación las rectificaciones pertinentes para cada caso. En el taller final se discutió y se aprobaron los resultados a implementar en la región.

Fueron abordadas las cuatro etapas de trabajo propuestas (Martínez, et al., 2012) para la ejecución del proceso de Ordenamiento Ambiental en Cuba las cuales son: organización, caracterización, diagnóstico y propositiva (**Figura 1**).

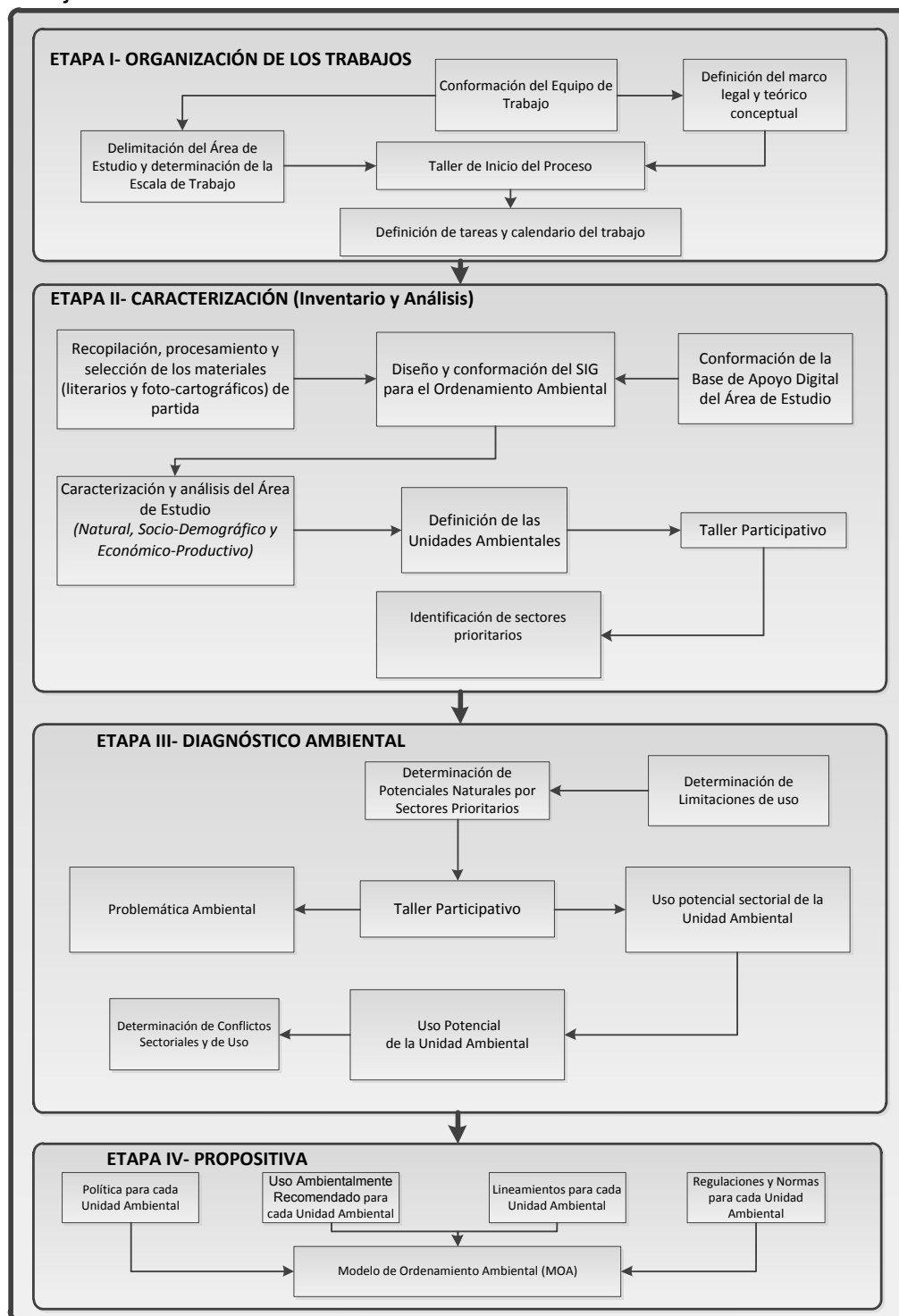
Los principios metodológicos fundamentales empleados durante el trabajo son:

- a) Aplicación del estudio de infraestructura de datos espaciales para el manejo de la región especial de desarrollo sostenible “Bamburanao”. La información se encuentra georeferenciada y con sus bases de datos asociadas y las variables necesarias para la caracterización, el diagnóstico y las propuestas. Como software se emplearon el ArcGIS V-10.41 y QGIS-18.
- b) La participación de los actores y decisores de los diferentes municipios que atienden la región (***gobierno, entidades sociales y productivas, y organizaciones no gubernamentales***) fue un componente necesario del proceso de Ordenamiento Ambiental, pues es un recurso que otorga legitimidad y favorece la viabilidad de los resultados en el futuro, al ser construido el modelo por ellos mismos. El fortalecimiento del conocimiento y los puntos de vista de los actores locales, aseguran por una parte el poder aprovechar sus conocimientos sobre el territorio en que viven y por otra, su responsabilidad en las decisiones que permitan construir en el futuro el ordenamiento de la región.

Desde el punto de vista organizativo, la participación se realizó mediante dos vías fundamentales:

- Realización de talleres participativos mediante técnicas apropiadas en los momentos adecuados.
- Entrevistas e intercambios sistemáticos con decisores y expertos regionales para ampliar los conocimientos y ofrecer sustento técnico.

Figura 1. Esquema metodológico general para la realización del trabajo.



A continuación, se describe metodológicamente cada una de las etapas.

2.1- ETAPA I. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

En una reunión inicial replicada en cada Gobierno Provincial de las provincias pertenecientes a la REDS Bamburanao, guiada por el coordinador del componente 1 (Marco sistémico para la protección del paisaje) y el equipo nacional del Proyecto Conectando Paisaje con los coordinadores de la REDS y los provinciales, se informó de los procedimientos y se solicitó la información necesaria para el Ordenamiento Ambiental de la REDS Bamburanao.

Además, se realizó un Taller Regional con la participación de todos los actores e instituciones implicadas en el proceso de Ordenamiento Ambiental; presidido por los Vicepresidentes de los Gobiernos Municipales, un grupo de decisores y actores que conformaban el grupo de trabajo tomando en cuenta las indicaciones del equipo técnico en cuanto a que los mismos tuvieran representatividad sectorial; prestigio, influencia, liderazgo y especialmente la incidencia en la toma de decisiones.

A continuación, se relacionan las entidades de los municipios y las provincias representadas:

Instituciones participantes:

- Gobierno Municipal Yaguajay
- Gobierno Municipal Florencia
- Gobierno Municipal Chambas
- Gobierno Municipal Remedios
- Gobierno Municipal Caibarién
- DPPF Sancti Spíritus
- DMPF Florencia
- DMPF Yaguajay
- Centro Provincial de Meteorología de Sancti Spíritus
- DAU Yaguajay
- Administración Parque Nacional Caguanes
- Órgano del CITMA de la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao
- APRM Jobo Rosado
- Dependencia Municipal Recursos Hidráulicos
- Dependencia Municipal Acueducto y Alcantarillado
- Dependencia Municipal de Comunales
- Oficina de Estadística Municipal Yaguajay
- Oficina de Estadística Municipal Remedios
- Oficina de Estadística Municipal Florencia
- Dirección Municipal de la Vivienda Yaguajay
- Dirección de Salud Municipal
- Grupo Empresarial GEOCUBA representado por su Oficina Municipal (Servicio Catastral)
- Ministerio de Cultura, representado por el Museo Municipal y la Casa de Cultura Municipal

- Departamento de Suelos de la Delegación Provincial del MINAGRI de Sancti Spíritus
- Empresas agropecuarias
- Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), municipal
- Servicio Estatal Forestal Yaguajay

Actividades realizadas:

- Presentación de la propuesta del equipo de trabajo
- Definición de los objetivos del Ordenamiento Ambiental
- Propuesta, análisis y aprobación consensuada del cronograma
- Definición de las informaciones necesarias y quienes podrían aportarlas con mayor detalle

Se realizó un segundo taller en el que se entregaron las informaciones necesarias y se identificaron las unidades ambientales preliminares. Se hizo la revisión del marco legal que incidía en la instrumentación del proceso de Ordenamiento Ambiental y se establecieron sus vínculos con el territorio objeto de ordenamiento y su nivel de cumplimiento.

2.2- ETAPA II. CARACTERIZACIÓN

El Ordenamiento Ambiental de la REDS Bamburanao requirió crear una imagen de la realidad, lo cual dependió de la correcta elección de las variables o elementos del sistema y de la información existente para cada uno de los tres subsistemas en los cuales se divide: natural, socio-demográfico y económico-productivo.

Durante esta etapa se hizo la recopilación y revisión de la información existente, tanto en forma de mapas, imágenes satelitales, fotografías aéreas, gráficos, textos y estadísticas y se homogenizó en cuanto a escalas y época de evaluación.

Se creó la base digital de apoyo con el objetivo de homogeneizar la ubicación espacial de las distintas temáticas a inventariar, se diseñó e implementó el Sistema de Información Geográfica (SIG) garantizándose que toda la información se encuentre georeferenciada, catalogada y con sus bases de datos asociadas.

El sistema de información geográfica permitió realizar la integración de la información, con las variables necesarias para la caracterización y el diagnóstico integrado. Es importante señalar que los datos obtenidos fueron validados y complementados con los recorridos de campo realizados en la REDS.

A continuación, se caracterizaron los subsistemas teniendo en cuenta:

Subsistema Natural

El análisis de los elementos que integran el medio natural constituye la base de los estudios de ordenamiento ambiental, ya que sobre este medio se asienta la población; en él se efectúan las actividades productivas y de él provienen los

recursos naturales necesarios para el mantenimiento y desarrollo de esta, además, sobre este se disponen los residuales de la actividad humana.

Intervienen en el medio los siguientes aspectos:

- **Constitución geológica**

La base cartográfica geológica de la REDS Bamburanao, se obtuvo mediante el mapa digital 1:100 000 de la región central realizado por especialistas del Instituto de Geología y Paleontología del MINBAS (2009).

Las formas y procesos geológicos intervienen básicamente en la definición de los condicionantes que en el medio natural puedan existir para acoger adecuadamente las actividades que se desarrollan en el territorio.

En este acápite se describen aspectos de importancia para el conocimiento de las potencialidades y restricciones (limitaciones ambientales), tales como las características de las unidades litológicas que se desarrollan en el municipio y las principales amenazas o peligros geológicos que se pueden generar debido al desarrollo de los procesos geológicos sobre los tipos de rocas que dan origen al desarrollo de fenómenos físico geológicos que desencadenan peligros y sus escenarios tales como remoción de masa debido a efectos gravitacionales, hundimientos cársticos, licuefacción, empantanamientos, entre otros.

El análisis del componente geológico sirvió como indicador en la definición de las unidades homogéneas de integración, a partir de la generalización litológica, también constituye un material básico para la definición de los tipos de acuíferos y para la valoración del potencial minero del municipio a partir la elaboración del diagnóstico del estado actual de la actividad minera dedicada al aprovechamiento de estos recursos, lo que permite evaluar las características de éste como fuente de recursos, soporte de actividades humanas, receptor de residuos y generador de amenazas o peligros.

- **Relieve**

Fue elaborado el Modelo Digital del Terreno (MDT), con dimensiones de celdas a 10 metros.

Se obtuvo a partir de digitalización de las curvas de nivel con equidistancia de 1,5 metros en las zonas llanas y 5 metros en las zonas montañosas del Mapa Topográfico 1:25 000 de GEOCUBA del año 2000. El mismo se empleó para el análisis del relieve y la geomorfología, informaciones básicas para la definición de las unidades ambientales. Además, de la identificación de las restricciones o limitaciones que éstas puedan tener con respecto a las diferentes actividades que se pretenden ordenar.

A partir de los datos del modelo (MDT), se pueden obtener las informaciones implícitas derivadas de este (red de escurrimiento superficial, flujo acumulado, inclinación de la pendiente del terreno, índice topográfico o de humedad, curvatura

del terreno, entre otros.) empleadas para los análisis de peligros por inundaciones recurrentes en hidrográficas.

- **Clima**

A partir de la información básica se trabaja con las restricciones climáticas que presenta la REDS de acuerdo con la intensidad de las precipitaciones que pueden ocurrir y las zonas más afectadas, identificando y categorizando los eventos meteorológicos extremos que representan una amenaza o peligro.

El Proyecto “Estudio Geográfico e Infraestructura de Datos Espaciales para el Manejo de la Región Especial de Desarrollo Sostenible “Bamburanao” (disponible en el Órgano de Montaña Bamburanao), elaborado por el Instituto de Geografía Tropical (IGT)), sirvió de base para el análisis de la situación climática del municipio.

- **Agua**

La base cartográfica hidrológica, se obtuvo a partir de la digitalización de la información de la hidrografía -ríos, arroyos, pozos y manantiales que aparecen en las hojas topográficas de GEOCUBA a escala 1:25 000, año 2000- que cubren la REDS, a partir del MDT y del “Estudio Geográfico e Infraestructura de Datos Espaciales para el Manejo de la Región Especial de Desarrollo Sostenible “Bamburanao”.

La caracterización de este recurso se enfocó, por consiguiente, en la identificación y localización de las corrientes y cuerpos de agua, en la identificación de las cuencas, microcuencas y su caracterización. Debido a la importancia estratégica de este recurso su evaluación debe realizarse en función de la demanda para el consumo humano y las actividades agrícolas que se ejercen.

- **Suelos**

La base cartográfica de suelos, a escala 1:25 000, se obtuvo a partir de los modelos de ordenamiento de los municipios Yaguajay, Chambas y Florencia, además de los mapas de catastro de los municipios.

En la caracterización del subsistema natural, con fines de ordenamiento ambiental, el suelo desempeña un papel preponderante. Constituye el sustrato donde se desarrolla la vida terrestre, es el soporte de las plantas; principal fuente alimenticia del hombre y los animales, que les provee los nutrientes y minerales que ellas necesitan para su desarrollo. Además, los suelos son el soporte de las actividades económicas y culturales. Estas características los hacen un sistema complejo, el cual debe ser evaluado de una manera integral en los procesos de ordenamiento territorial, a fin de proponer un aprovechamiento óptimo en concordancia con sus potencialidades y limitaciones.

El tratamiento de este recurso se enfocó en la elaboración del mapa de suelos con su respectivo potencial a partir de la determinación de la agroproductividad teniendo en cuenta las categorías agrícolas y uso actual en la región. Los suelos se caracterizaron, considerando su importancia para el desarrollo, desde dos puntos de

vista: el ecológico en los ecosistemas naturales y el de la productividad primaria en los sistemas agrícolas.

○ **Vegetación y Fauna**

Se realizó la caracterización del recurso vegetal en cuanto al tipo, localización, extensión y estado de conservación y se elaboró el mapa de cobertura vegetal. En la fauna se identificaron las especies endémicas, invasoras y en peligro de extinción.

○ **Áreas protegidas**

Fueron tomados los límites de las Áreas Protegidas existentes en el municipio por el MOA del municipio Yaguajay y se tuvo en cuenta el Plan de Manejo y el Plan Operativo del Área Protegida de Recursos Manejados Jobo Rosado, así como el plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

Subsistema sociodemográfico

El subsistema sociodemográfico asume como objeto de estudio a la población, que se considera como el recurso primordial para el desarrollo y, en consecuencia, como el principal actor que transforma e impacta al medio natural. La transformación del medio natural dependerá, en gran medida, del número de personas que habitan un territorio determinado y de las actividades que realizan.

Fue analizada la información con que contaba la Oficina Nacional de Estadística (ONE), Censo 2012, de la región que integra el macizo y fue actualizada en los talleres participativos y recorridos por el territorio e incluyó:

- Población total
- Densidad de población
- Consejos populares
- Asentamientos humanos y su distribución
- Viviendas
- Infraestructura social y técnica (salud, educación, acueducto, infraestructura sanitaria)
- Zonas de interés arqueológico, patrimonial, histórico-cultural, etc.

Subsistema económico-productivo

Las actividades económicas de un territorio se dividen en tres grandes grupos: las primarias, que engloban a aquellas que se relacionan con el aprovechamiento directo de los recursos naturales de las que se derivan como la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca, principalmente; las secundarias, que comprenden las relacionadas con la transformación de todo tipo de bienes y productos en otros nuevos o diferenciados como la industria, la minería, etc. y las terciarias que corresponden a las actividades complementarias a las dos anteriores, y que se refieren al comercio y a la gran gama de servicios.

Los aspectos analizados fueron aquellos de influencia más directa para el Ordenamiento Ambiental:

- Uso y tenencia de la tierra.
- Sectores económicos representativos (agricultura, industria, ganadería, minería y turismo).

Conformación de las Unidades Ambientales

Como unidad de análisis para el Ordenamiento Ambiental se partió del enfoque de geoecología del paisaje, Mateo, J.M. (1991). Geología de los paisajes, y se utilizó como basamento inicial el Mapa de Paisaje, REDS Bamburanao (2013).

Para definir las unidades ambientales superiores (tipo) se tuvo en cuenta los datos de relieve (valores de altura con respecto a una superficie de referencia que permiten caracterizar las formas del terreno) y los procesos geológico-geomorfológicos predominantes.

Para definir las unidades inferiores (subtipos) se tuvo en cuenta la inclinación de las pendientes, la geología, el agrupamiento de los suelos y la cobertura (internacionalmente conocido como land cover) dando la posibilidad de identificar las unidades naturales de las antropizadas).

Conclusión de la etapa de caracterización e inicio de la etapa del diagnóstico

Se procede a la finalización de la misma cuando se disponía de toda la información cartográfica y estadística necesaria para iniciar la etapa de diagnóstico. En esta se realizan las siguientes acciones:

- Presentación general y aprobación de los avances realizados en el Ordenamiento Ambiental en la etapa de caracterización, mostrando los resultados, informaciones, insuficiencias y análisis de los subsistemas natural, sociodemográfico y económico-productivo a la coordinación nacional.
- Propuesta inicial, intercambio participativo y aprobación consensuada de las unidades ambientales que actuarán como sustento del modelo de Ordenamiento Ambiental.
- Identificación de sectores claves de la región que se deben priorizar en el Ordenamiento Ambiental: agricultura, pecuario, forestal, conservación, turismo, asentamientos, hídrico, apicultura, minería e industria.
- Identificación preliminar de problemas ambientales.

2.3- ETAPA III. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

De alta complejidad en su conformación, el diagnóstico ambiental comprende un conjunto concatenado de valoraciones sobre el medio, los usos desarrollados, y las contradicciones en que en muchos casos ello concurre, por lo cual debe verse como un momento esencial para identificar las potencialidades de recursos y las amenazas existentes, que de modo ineludible asocian con la situación de la diversidad biológica y la conectividad del paisaje.

Durante esta etapa se realizó inicialmente un trabajo de gabinete con SIG, en el cual se determinaron las restricciones o limitaciones de usos en el territorio y los potenciales naturales. Con estos resultados se realizó un taller participativo para la

conclusión de la etapa de diagnóstico, donde se definen por criterios de expertos los usos potenciales para cada sector y el uso potencial de cada unidad ambiental.

A continuación, se señalan los principales criterios metodológicos tenidos en cuenta para los resultados alcanzados:

- Determinación de las limitaciones de uso.

Existen limitaciones para el uso del territorio de la REDS Bamburanao dependiendo de sus características naturales y socioeconómicas así como las leyes y normas que regulan. Es necesario señalar que lo que es una limitación para un determinado uso puede no serlo para otro.

En este caso se definieron las limitaciones de uso de las unidades ambientales teniendo en cuenta el factor natural (pendientes mayores de 30 grados sobre cualquier tipo de rocas, desarrollo de procesos cársticos donde pueden ocurrir hundimientos por derrumbes de cavernas e intenso agrietamiento que provoquen la pérdida de las propiedades ingenieriles de las rocas, inundación permanente por ascenso del nivel medio del mar, inundaciones fluviales por intensas lluvias, inundaciones por penetraciones del mar, desprendimientos o remoción de masas por efectos gravitacionales y suelos de baja capacidad agroproductiva).

Se consultaron los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) de los cinco (5) municipios, y la legislación ambiental vigente (Ley 81 1997, Ley 76 1995, DL 164, DL 179, DL 201 1999, DC 212 1999, NC 23 1999, Ley 124 2016, etc.) según su incidencia en los sectores identificados en los Talleres Participativos realizados en la región (agricultura, pecuaria, hídrico, forestal, turismo, conservación, apícola, minero e industria).

Durante la fase de gabinete se realizó la determinación de los potenciales para cada sector productivo prioritario:

- Determinación de los potenciales naturales

Potencial natural hídrico

Se consideró la evaluación del potencial hídrico superficial y subterráneo. En el primer caso se tuvo en cuenta la disponibilidad del recurso en función de dos criterios: distribución espacial de la red de escurrimiento y disponibilidad.

Distribución espacial de la red de escurrimiento superficial en cada unidad homogénea de integración, asignado un valor de peso en función del caudal de los ríos determinados por los órdenes del escurrimiento.

Este valor se sumó y se promedió para cada unidad permitiendo establecer los rangos de variación y efectuar una calificación acorde a la disponibilidad de este recurso en función de la captación para el almacenaje. Disponibilidad del recurso que tiene la unidad en función de la capacidad de agua almacenada dentro de la unidad ambiental.

La evaluación del potencial hídrico superficial final, se consideró como la suma de estos dos indicadores. Las categorías escogidas para su valoración fueron muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo (**Tabla 1**).

Tabla 1. Potencial natural hídrico.

Nivel	INDICADORES DE POTENCIAL HÍDRICO SUPERFICIAL		
	Condiciones de la red fluvial	Área total de los embalses (km ²)	Densidad de canales (km lineal/km ²)
Muy bajo	No existencia de ríos	0	0
Bajo	Ríos de 3er orden y más	0 - 537	0 - 1.8
Medio	Ríos de 2do orden	537 - 967	1.8 - 3
Alto	Ríos de 1er orden	967 - 2826	3 - 5
Muy alto	Río Principal	Mayor de 2827	Mayor de 5

Fuente: Elaborado por los autores.

Para la valoración del potencial hídrico subterráneo se tuvo en cuenta dos indicadores: tipos de acuíferos y disponibilidad.

En función de los tipos de acuíferos de acuerdo a la disponibilidad del recurso según la litología a partir de la cual se estableció un puntaje en dependencia de la productividad o capacidad para entregar el recurso.

Disponibilidad real para la entrega en función de la cantidad de pozos y manantiales presentes en la unidad para la cual se estableció un puntaje en función de la densidad.

No se contó con un estudio de la calidad de las aguas para determinar el verdadero potencial hídrico aprovechable con fines de abasto a la población.

Potencial natural forestal

El potencial forestal depende de las condiciones de la vegetación que permitan un aprovechamiento sustentable a través de un manejo adecuado. A partir de la naturaleza y condición de la vegetación se determina la orientación económica que se le puede dar a la vegetación, es decir, las clases de capacidad de uso. Los criterios técnicos para la definición de las clases de capacidad de uso forestal son:

- a. Estado de conservación de los recursos vegetales: Se refiere a las características de la vegetación dominante que se encuentra en un terreno y a la conservación de su estructura original.

Conservados (más del 75 % de sus especies originales)

Medianamente (entre el 25 y el 75 % de sus especies originales)

No conservados (menos del 25 de sus especies originales)

- b. Los tipos de uso de las especies vegetales, tanto servicios ambientales como económico-culturales. Se tiene en cuenta las áreas de plantaciones forestales de acuerdo a:

Servicios ambientales: Comprende una gama importante de servicios entre los cuales los del bosque tienen significación directa e indirecta, entre las más importantes están: sirve para la protección de suelos, de aguas, reguladores de clima y control de inundaciones, pero también son notables por sus funciones maderables, industrial, melífero, cultural-religioso, medicinal, recreacional, entre otros valores.

En la valoración efectuada se manejaron como criterios los que se presentan en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Potencial natural forestal.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Muy bajo	Existencia de menos del 20% de sus especies forestales
Bajo	Existencia entre 21-40% de sus especies forestales con limitaciones de uso
Medio	El 41 - 55% de sus especies forestales y medianas limitaciones de uso
Alto	El 56 - 75% de sus especies forestales y bajas limitaciones de uso
Muy alto	Más del 76% de sus especies forestales y escasas limitaciones de uso

Fuente: Elaborado por los autores.

Potencial natural turístico

En el potencial turístico, se tiene en cuenta la existencia de áreas con recursos naturales como son las cuevas, paisajes, acantilados, espejos de agua de valor paisajístico como ríos y lagunas; recursos arqueológicos o históricos que permitan el desarrollo de un turismo de masas con alta diversidad biológica y geográfica; valores socioculturales y naturales como son: aguas minero-medicinales, zonas de pesca, monumentos destacados, artesanías, música, comidas, etc. (**Tabla 3**).

Para la mapeación y clasificación se tuvo en cuenta la existencia puntual o areal del recurso. No se llegó a la caracterización del estado de conservación de cada sitio, pues para ello se requieren estudios más detallados. Las áreas cultivadas y/o degradadas son las de menor potencial.

En la región villaclareña de la REDS Bamburanao, son notables y diferentes los valores naturales y antrópicos que constituyen un potencial considerable para el fomento de paquetes turísticos de estancia corta, exploración y aventura. Su vinculación inmediata con ciudades de importancia turística y con la ciudad de Caibarién en sentido general permite pensar en esta variante de desarrollo económico como una alternativa de gran validez. Siendo lugares de interés las ciudades de Remedios y Caibarién, conjuntamente a esto se encuentran otros sitios como la cayería noreste del litoral norte de Villa Clara; y los residuos del sistema de

fortificaciones de gran envergadura relacionados con el surgimiento, desarrollo y consolidación de la industria azucarera y de derivados (fortines, trapiches, ingenios, torres, refinerías, industria de derivados del azúcar y la destilería del ron Mulata).

En la región espirituana, municipio Yaguajay, es de destacar la existencia de lugares de interés turístico, paisajístico e histórico como el Balneario San José del Lago con sus famosas aguas mineromedicinales. Además, se aprecian importantes sitios de elevados valores paisajísticos en la cuenca hidrográfica del río Jatibonico del Norte, con senderos interpretativos que encierran la legendaria historia sobre el Pelú de Mayajigua, los miradores Loma de la Canoa y Calienes, La Loma del Yigre, el Campamento del Comandante Camilo Cienfuegos en Juan Francisco, el Campamento Rebelde Alicante, el Campamento Rebelde de Jobo Rosado, la Cueva del Sistema Boquerones, el Adoratorio Aborigen Macocael. Se encuentra también el Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) Jobo Rosado la cual cuenta con una zona de uso público donde sobresalen los senderos ubicados en Rancho Querete (Cueva de Valdés y Solapas de Genaro).

Entre los productos explotados actualmente en la APRM Jobo Rosado están las modalidades de turismo de naturaleza del área de uso público de Rancho Querete conocida comercialmente como “Rancho Querete”. El “Jeep Safari” con más de 7 años en el mercado es el producto élite del municipio Yaguajay. El polo turístico “Cayos de Villa Clara” explota activamente esta modalidad teniendo la aceptación de más de 5000 clientes anuales. Además paseos ecuestres que es una modalidad de paseos a caballos combinando las tradiciones histórico-culturales del lugar es válida para clientes internacionales y nacionales.

Por otra parte se puede continuar explotando instalaciones para el turismo rural en toda su dimensión en las fincas de campesinos -como la de Los Rojas, por la presencia de las pozas del río Bamburanao, con frondosos bosques de galería y el agroturismo comunitario en La Picadora, con la participación del turista en labores agrícolas, excursiones guiadas por áreas naturales, confección y degustación de comidas criollas como experiencias novedosas en el área; también existen sitios de interés paleontológico en las casimbas de Llanadas y una infraestructura de turismo de naturaleza en el Campismo “Bamburanao”.

Por su parte, la región avileña, ofrece grandes oportunidades para el desarrollo del turismo, tanto nacional como internacional por las singularidades de sus características naturales en el territorio de Florencia, zona de gran belleza con paisajes de alturas, valles, embalses y ríos; así como interesantes riquezas de estructuras geológicas y de biodiversidad. En este territorio existe la cultura del cultivo del tabaco, así como pintorescos poblados con tradiciones campesinas, en los que se puede desarrollar interesantes paseos ecuestres por su variada geomorfología y disfrutar del ambiente del campo cubano. También, es apreciable paisajísticamente la inserción de ríos con la cordillera, el Campismo Boquerón y la finca de agroturismo El Peñón.

Tabla 3. Potencial natural turístico.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Muy bajo	Áreas ocupadas por cultivos o pastizales; con vegetación

	deteriorada, no óptimas y ausencia de cuerpos de agua. No hay áreas o elementos con atractivo histórico-cultural y natural.
Bajo	Áreas ocupadas por cultivos o pastizales; con vegetación poco conservada y ausencia de cuerpos de agua. Ausencia de áreas o elementos con atractivos destacados histórico-culturales y naturales.
Medio	Áreas con vegetación medianamente transformada, con valores paisajísticos y limitada existencia de cuerpos de agua. Existencia de áreas o elementos con atractivo histórico-cultural que requieren ser restauradas para su aprovechamiento y explotación.
Alto	Áreas con vegetación bien conservada y altos valores paisajísticos con formas cársicas y existencia de cuerpos de agua. Existencia de áreas o elementos con atractivo histórico-cultural bien conservadas.
Muy alto	Áreas con vegetación muy bien conservada y altos valores paisajísticos con formas cársicas y existencia de cuerpos de agua. Existencia de áreas o elementos con altos atractivos histórico-culturales y naturales bien conservados.

Fuente: Elaborado por los autores.

Potencial natural agrícola

Se consideró como aspecto fundamental la agroproductividad de los suelos, a lo que se añadieron otros indicadores como la inclinación de la pendiente ya que esta aumenta la probabilidad de la erosión hídrica de los mismos (**Tabla 4**).

En sentido general, según varios autores, las pendientes entre 0 - 1° (plana) y 1 - 3° (ondulada), son las ideales para la siembra de cualquier cultivo y el empleo de riego y mecanización, aunque cuando se acerca a los 3° ya se deben tomar medidas antierosivas y cuando se acerca a 0 se deben tomar medidas contra las posibles inundaciones.

A partir de los 3° la erosión puede ser intensa y se tienen que tomar medidas especiales, además disminuye la productividad de la maquinaria en un 15% y aumenta en un 10% el gasto de combustible.

A partir de 7° hay dificultades con el uso de combinadas y comienza a restringirse el uso de tractores u otros equipos, así como las condiciones son desfavorables para algunos cultivos debido a la imposibilidad de riego por la falta de reservas de agua en la región montañosa. En pendientes mayores a 15° no es posible el uso de la maquinaria agrícola y mayores a 20° no se recomienda el uso agrícola, sólo el forestal.

Tabla 4. Potencial natural agrícola.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Muy bajo	Suelos cenagosos con manglar; llanuras con carso semidesnudo y suelos esqueléticos y alta pedregosidad; existencia de salinización del manto subterráneo y mal drenaje; alturas y escarpes con erosión fuerte y pendientes superiores a 20 grados; intensos procesos cársticos; suelos con baja profundidad efectiva (menor de 25 cm), baja fertilidad natural; no existencia de embalses, alturas y serpentinias.
Bajo	Suelos cenagosos con manglar; llanuras con carso semidesnudo y suelos esqueléticos y alta pedregosidad; existencia de salinización del manto subterráneo y mal drenaje; alturas y escarpes con erosión fuerte y pendientes superiores a 15 grados; intensos procesos cársticos; suelos con baja profundidad efectiva (menor de 25 cm), baja fertilidad natural; limitaciones de agua, embalses, alturas y serpentinias.
Medio	Territorios con mal drenaje, pero excelentes posibilidades de utilización de agua; suelos con profundidades entre 25 y 60 cm con pendientes entre 7 y 15 grados; territorios asociados a colinas y alturas, parteaguas con algunas limitaciones por disección vertical y horizontal.
Alto	Territorios sin limitaciones apreciables y buenas condiciones; profundidad de los suelos superior a 60 cm, buen contenido de materia orgánica, pendientes entre 0 y 3 grados.
Muy alto	Territorios sin ninguna limitación apreciable y muy buenas condiciones; profundidad superior a 60 cm, buen contenido de materia orgánica, pendientes entre 0 y 3 grados.

Fuente: Elaborado por los autores.

Potencial natural pecuario

Para el potencial pecuario, se parte del principio de que los mejores suelos deben ser conservados para la agricultura y los que poseen las mayores limitaciones deben ser utilizados en las labores forestales.

De lo anterior, los suelos utilizables para la ganadería son preferentemente, los de categoría agroproductiva III y IV. Además, se consideró la pendiente, el relieve, la humedad así como otros elementos claves -con referencia básica-, la ganadería mayor (**Tabla 5**).

Tabla 5. Potencial natural pecuario.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Muy bajo	Territorios costeros inundados y suelos cenagosos con manglar; llanuras con carso semidesnudo y suelos esqueléticos con muy alta pedregosidad; existencia de salinización del manto subterráneo y mal drenaje; alturas y escarpes con erosión fuerte y pendientes superiores a 20 grados; intensos procesos cársticos; suelos con baja profundidad efectiva (menor de 25 cm), baja fertilidad natural.
Bajo	Territorios costeros inundados y suelos cenagosos con manglar; llanuras con carso semidesnudo y suelos esqueléticos y alta pedregosidad; existencia de salinización del manto subterráneo y

	mal drenaje; alturas y escarpes con erosión fuerte y pendientes superiores a 15 grados; intensos procesos cárnicos; suelos con baja profundidad efectiva (menor de 25 cm), baja fertilidad natural.
Medio	Territorios con mal drenaje, pero excelentes posibilidades de utilización de agua; territorios asociados a llanuras medias y parteaguas con algunas limitaciones por disección vertical y horizontal.
Alto	Llanuras, mesetas, y valles donde existen condiciones de humedad, pendiente (menor de 12°) y alturas favorables para el cultivo de especies forrajeras y la cría de ganado durante todo el año. Cercanos cursos de agua.
Muy alto	Llanuras, mesetas, y valles donde existen condiciones de humedad, pendiente (menor de 5°) y alturas favorables para el cultivo de especies forrajeras y la cría de ganado durante todo el año. Cercanos cursos de agua.

Fuente: Elaborado por los autores.

Potencial natural para la conservación.

El potencial de conservación se orienta a la evaluación del estado en que se encuentran los recursos naturales, patrimoniales y culturales. Fueron criterios manejados los siguientes (**Tabla 6**).

Tabla 6. Potencial natural para la conservación.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Muy bajo	Áreas con la naturaleza muy degradada y/o sin valores culturales.
Bajo	Áreas con la naturaleza poco degradada y/o con valores culturales.
Medio	Áreas con valores naturales, culturales e históricos dispersos y/o que requieren restauración para elevar su valor.
Alto	Áreas con gran diversidad biológica, geográfica o con valores culturales, lo que hace necesario el establecimiento de medidas para la protección y conservación de extensas áreas, así como emprender estudios detallados para proponer un sistema de Áreas Protegidas para el estado acorde con su potencial ecológico o su valor histórico cultural.
Muy alto	Áreas con grandes valores de diversidad biológica, geográfica o con valores culturales, lo que hace necesario el establecimiento de medidas para la protección y conservación de estas, así como emprender estudios detallados para proponer una categoría de manejo adecuado de acuerdo al sistema nacional de áreas protegidas.

Fuente: Elaborado por los autores

Potencial natural apícola

El potencial apícola es determinado en parte por el estado en que se encuentran los recursos forestales y de vegetación natural (especies melíferas) y los sistemas de producción apícolas (**Tabla 7**).

Tabla 7. Potencial natural apícola

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Muy bajo	No existencia de plantas melíferas
Bajo y	Poca representatividad de plantas melíferas y deficiente sistema apícola
Medio	Existencia de plantas melíferas y de un sistema apícola.
Alto	Buena representatividad de plantas melíferas y existencia de un sistema apícola.
Muy alto	Muy buena representatividad de plantas melíferas y existencia de un sistema apícola técnicamente ordenado.

Fuente: Elaborado por los autores.

Potencial natural minero

Para los efectos de aplicación de la Ley de Minas, la actividad minera se divide en las fases: a) Reconocimiento; b) Investigación Geológica: que se divide en las subfases Prospección y Exploración; c) Explotación; d) Procesamiento; e) Comercialización.

Los **recursos minerales** se clasifican a los efectos en los grupos siguientes:

Grupo I. Minerales no metálicos, utilizados fundamentalmente como materiales de construcción o materia prima para la industria y otras ramas de la economía. En este grupo se incluyen las piedras preciosas y semipreciosas.

Grupo II. Minerales metálicos. Este grupo incluye los metales preciosos, los metales ferrosos y no ferrosos, así como los minerales acompañantes metálicos y no metálicos.

Grupo III. Minerales portadores de energía.

Grupo IV. Aguas y fangos minero-medicinales. Comprende las aguas minero-industriales, minero-medicinales, minerales naturales, las termales y los fangos minero-medicinales.

Grupo V. Otras acumulaciones minerales. Este grupo incluye:

- a) las acumulaciones constituidas por residuos de actividades mineras que resulten útiles para el aprovechamiento de algunos de sus componentes tales como colas, escombreras y escoriales; y:
- b) todas las acumulaciones minerales y demás recursos geológicos que no están especificados en los anteriores grupos y puedan ser objeto de explotación.

En minería, la ley, es una medida que describe el grado de concentración de recursos minerales valiosos (como los metales o minerales), presentes en una mena (corte).

Según el artículo 9 de la Ley de Minas 1995, la ejecución de la actividad minera tiene en cuenta la competencia que la legislación le confiere al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en asuntos ambientales. Y se declara de utilidad pública e interés social la actividad minera, en el artículo 10, la que goza de preferencia sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, siempre que razones económicas o sociales lo hagan recomendable.

En la **Tabla 8**, se disponen los criterios de evaluación para el potencial natural minero.

Tabla 8. Potencial natural minero.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Muy bajo	No existencia de minerales no metálico y metálicos, aguas y fangos minero-medicinales y minerales portadores de energía.
Bajo	Baja disponibilidad de minerales no metálicos, metálicos, aguas fangos minero-medicinales y minerales portadores de energía. Existen pequeñas reservas con una baja ley del mineral.
Medio	Disponibilidad de minerales no metálicos, metálicos, aguas y fangos minero-medicinales y minerales portadores de energía. Existen medianas reservas con una mediana a baja ley del mineral.
Alto	Alta disponibilidad de minerales no metálicos, metálicos, aguas y fangos minero-medicinales y minerales portadores de energía. Existen grandes reservas con una medianamente alta ley del mineral.
Muy alto	De alta a muy alta disponibilidad de minerales no metálicos, minerales metálicos aguas y fangos minero-medicinales y minerales portadores de energía. Existen grandes reservas con una muy alta ley del mineral.

Fuente: Elaborado por los autores.

El análisis grupal de tipo participativo fue esencial para la determinación de los usos potenciales de los sectores para cada unidad ambiental, que permitió establecer en cada caso las mejores opciones de uso del territorio, o sea, definiendo las vocaciones más idóneas desde el punto de vista ambiental, de manera que acorde con el comportamiento de los subsistemas natural, socio-demográfico y económico-productivo.

La matriz de capacidad de acogida (que en el presente estudio se asume como uso potencial) consiste en determinar, para cada Unidad Ambiental, su capacidad para soportar las diferentes actividades que se realizan en ella y cuyo propósito es su planificación más sostenible. Fue clasificada cada capacidad según una evaluación por puntos, que se manejaron de la siguiente manera:

Muy alto: (5) Actividad idónea.

Alto: (4) Actividad aceptable.

Medio: (3) Actividad compatible limitada.

Bajo: (2) Poco compatible.

Muy bajo: (1) Inaceptable bajo cualquier circunstancia.

Dicho análisis sirvió en la determinación de los conflictos entre los sectores (agrícola, pecuario, forestal, conservación, etc.).

- Determinación de conflictos y problemas ambientales

A partir de la información obtenida en los talleres y el diagnóstico ambiental de la REDS, se identificaron para cada Unidad Ambiental los conflictos entre uso potencial y uso actual; así como los problemas ambientales.

El trabajo grupal se empleó también en la determinación de las limitantes naturales, tecnológicas y legales -así como en la valoración de los problemas ambientales territoriales-; fortaleciendo con el conocimiento colectivo la identificación y localización de dichos aspectos.

- Taller de conclusión de la etapa de diagnóstico e inicio de la propuesta del Modelo de Ordenamiento Ambiental.

Concluida la etapa de diagnóstico, con la participación representativa de actores y decisores de cada municipio se da inicio a la Etapa Propositiva.

2.4- ETAPA IV. PROPOSITIVA

Durante esta etapa se elaboró el Modelo de Ordenamiento Ambiental en el cual el grupo de autores principales utilizando los Sistemas de Información Geográfica y los resultados de los talleres participativos realizó no menos de 7 sesiones participativas técnicas por municipios en las cuales fueron definidas para cada Unidad Ambiental los componentes del Modelo de Ordenamiento Ambiental:

- Políticas Ambientales
- Usos ambientalmente recomendados
- Lineamientos
- Regulaciones y Normas

3- ETAPA DE CARACTERIZACIÓN

3.1- CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1- LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y LÍMITES

La REDS “Bamburanao” agrupa áreas de las Provincias de Villa Clara, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila (**Figura 2**). Su extensión geográfica inicial fue de 782,16 km², en la actualidad asciende a 877,94 km², al incluirse en la misma, por diversas razones, territorios que se encuentran fuera del límite físico originario. Esto ha sido actualizado y consultado con los gobiernos de cada municipio que la integran y avalado por sus Consejos de la Administración. Además, está siendo tramitado para su aprobación final por el Instituto Nacional de Planificación Física (INPF) y por las Direcciones Provinciales de Planificación Física (DPPF), según corresponda.

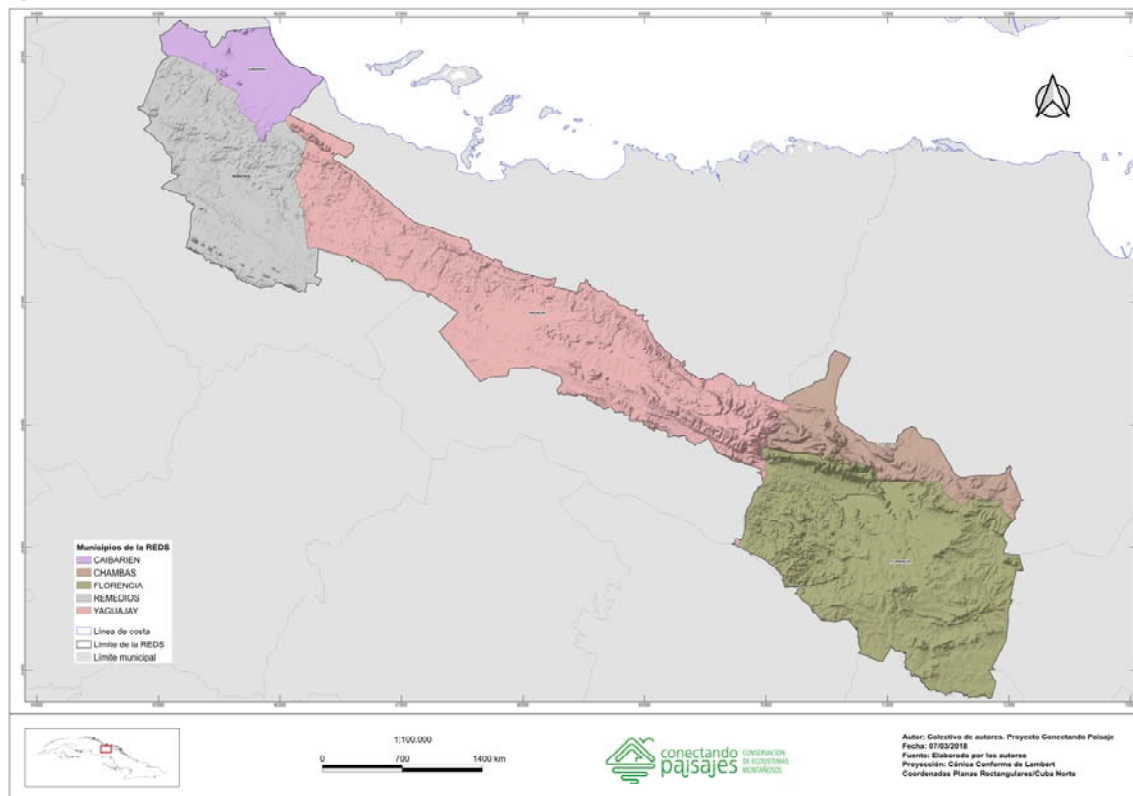
En la REDS se asientan 43 704 habitantes, en 16 280 viviendas con una densidad aproximada de 49,78 hab/km² y 18,54 viv/km²; determinando un índice de 2,7 hab./vivienda. A nivel de gobierno de base existen 20 Consejos Populares y una Circunscripción Especial, 5 pertenecientes al territorio de Villa Clara, 10 a Sancti Spíritus y 7 a Ciego de Ávila, y la Circunscripción Especial Ruano.(Colectivo de autores, 2009)

La sección correspondiente a la provincia de Villa Clara, incluye a Las Lomas de Buenavista y La Loma de Guajabana, esta última como elemento sobresaliente dentro de la topografía del área ubicada al este del municipio de Remedios. Con una extensión de 161,95 Km², 6 001 habitantes y 2 355 viviendas correspondientes al municipio de Remedios y 55,71 Km² a Caibarién. La población asciende a 1 544 habitantes y 380 viviendas, teniendo como eslabón económico fundamental los forestales, la ganadería, los cultivos temporales, los permanentes y la producción azucarera.

La sección Sancti Spíritus está integrada por un sistema de alturas cársicas que se despliegan al norte del municipio Yaguajay; la cual incluye las Lomas de las Tasajeras, Sierras de Bamburanao, Sierra de Meneses – Cueto; Loma de La Canoa y Sierra de Jatibonico. Abarcan una extensión, según el límite propuesto de 298,39 km². Dicho territorio cuenta con una población de 11 535 habitantes y 4 165 viviendas, teniendo como eslabón económico fundamental la ganadería, los forestales, los cultivos temporales y los permanentes. (Colectivo de autores, 2009).

La sección perteneciente a Ciego de Ávila se extiende desde el río Jatibonico del Norte hasta Chambas por el norte, incluyendo el municipio Florencia, ocupando parte del noroeste de la provincia y su zona montañosa donde se destacan elevaciones de la Sierra de Jatibonico -Lomas de Santa Clarita, Loma Espinosa, Loma Poza Redonda, entre otras-. Posee una extensión de 290,69 km² en el municipio de Florencia con una población de 19 484 habitantes y 7 578 viviendas; el municipio de Chambas ocupa 71,2 km², con una población de 5 140 habitantes y 1 802 viviendas dedicadas fundamentalmente a la actividad forestal, a la ganadería y al desarrollo de cultivos temporales, con un predominio del sector privado.

Figura 2. LÍMITE DE LA REDS. BAMBURANA0



Fuente: Colectivo de autores (2009): Esquema de Desarrollo Plan Turquino Bamburanao

3.2- CATACTERIZACION DEL SUBSISTEMA NATURAL

La caracterización se enfocó hacia el inventario y análisis de los elementos y procesos de dicho subsistema. Este análisis tuvo como objetivo básico identificar los elementos y procesos naturales del territorio en su situación y utilización actual, y realizar el mapa de Unidades Ambientales.

3.2.1- GEOLOGÍA

Para la descripción de la geología se tomó como información base la elaborada por el Instituto de Geología y Paleontología (IGP) del Ministerio de Ingeniería y Minas (2009). La constitución geológica de la región, abarca los depósitos recientes loam-arcillosos y areno-arcillosos, provenientes de arrastres fluviales y marinos ubicados al Norte de las alturas cársicas del Norte de Cuba Central (**Figura 3**).

Las Lomas de las Tasajeras y de Guajábana que se encuentran fraccionadas al Norte de la Sierra de Bamburanao, están bordeadas por depósitos cuaternarios, limo areno-arcillosos y arcillas limosas con intercalaciones de gravas finas, concreciones de carbonatos y cristales de yeso, pertenecientes a la Formación Camacho de edad Pleistoceno Superior.

Luego aparece, conformando colinas y alturas, un monoclinado limitado por fallas escalonadas de rumbo E-W, que provocó el basculamiento geotectónico del borde platafórmico, con fallas secundarias interiores que originaron diferentes bloques monoclinales de menor magnitud, el cual con la acción de procesos cársicos, erosivos y denudativos conformaron el relieve actual.

A pesar de la homogeneidad en la presencia de rocas carbonatadas en esta región, existen elementos que permiten agruparlas litológicamente en grupos de calizas que diferencian las formas cársicas del relieve, la composición y formación de suelos incipientes, la diferenciación de los procesos erosivos, entre otros. La asociación de calizas de diverso tipo en la zona de las colinas y alturas cársicas se presentan a continuación:

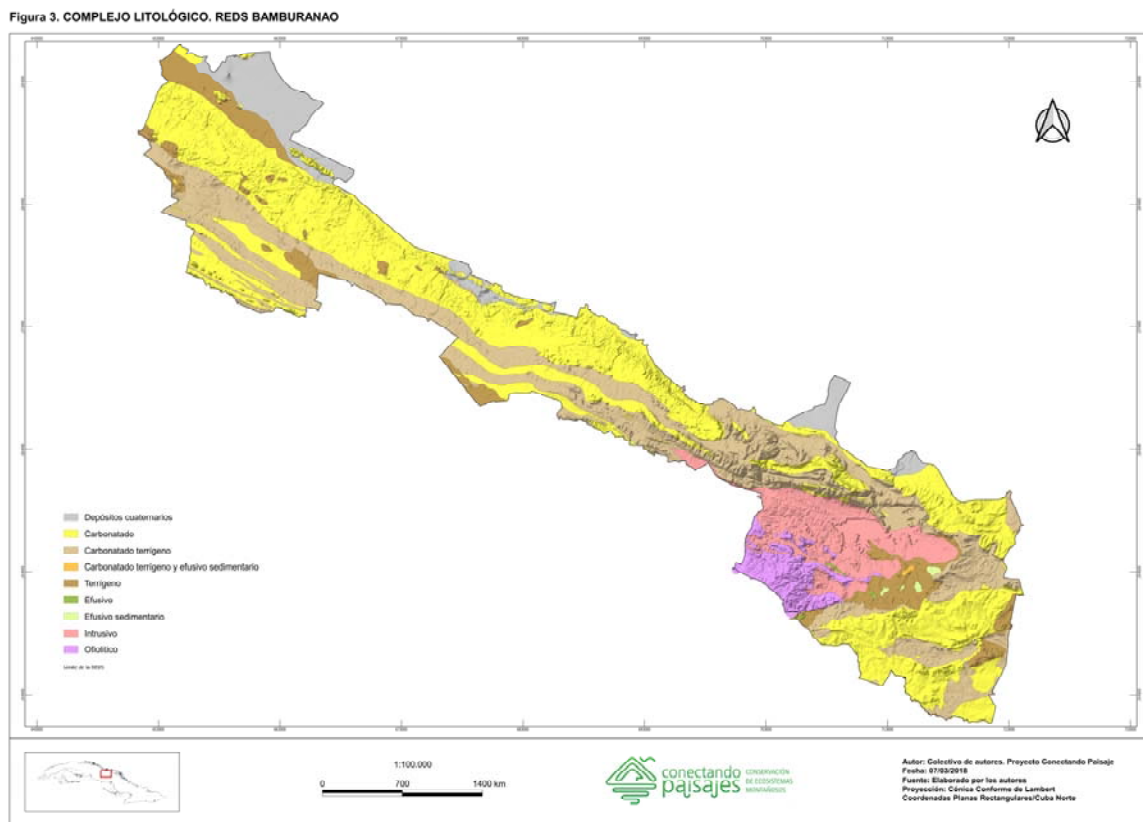
- Calizas dolomitizadas y biocalcarenitas.
- Calizas biogénicas y biodendriticos.
- Calizas microgranulares y laminares.

Existe un amplio desarrollo del carso superficial, manifestado por la presencia de dolinas, furnias y carsolitos principalmente. Es de destacar el hecho de que no abundan formas subterráneas, dado al parecer por un drenaje bastante profundo. El carso está desarrollado tanto en los flancos septentrionales del monoclinado, donde aparecen carsolitos, solapas y nichos, tanto como en la superficie de cuesta de la estructura. La edad es Cretácico Inferior-Superior Albiano-Cenomaniano, pertenecientes al complejo litológico carbonatado; y compuesto fundamentalmente por calizas dolomitizadas y biocalcarenitas de colores claros.

Al finalizar la zona de basculamiento geotectónico, se diferencia una zona donde se hace evidente el borde del mismo con la zona de sobreempuje del miogeosinclinal sobre el eugeosinclinal cubano con bandas de brechas y conglomerados, olitostromas y alternancia de diversos tipos de calizas.

Al Sur de la Sierra de Jatibonico, se puede observar un área compuesta por diabasas masivas y diques de diabasas del complejo litológico intrusivo de edad Jurásico Medio Superior y más al Sur de éste se encuentran gabros olivínicos, anfibolizados a veces bandeados, cuarzodioritas y raramente dioritas del complejo litológico ofiolítico de edad Jurásico Medio Superior Oxfordiano, evidentes dentro de esta REDS, aparecen rocas intrusivas y efusivas, diferenciadas litológicamente como se observa en el Mapa de Complejo Litológico (**Figura 3**).

Figura 3. COMPLEJOS LITOLÓGICOS. REDS BAMBURANA O



Fuente: Mateo, J.M. (2000). Geografía de los paisajes. Ciudad de La Habana, y se utilizó como basamento inicial el Mapa de Paisaje, REDS Bamburanao (2013).

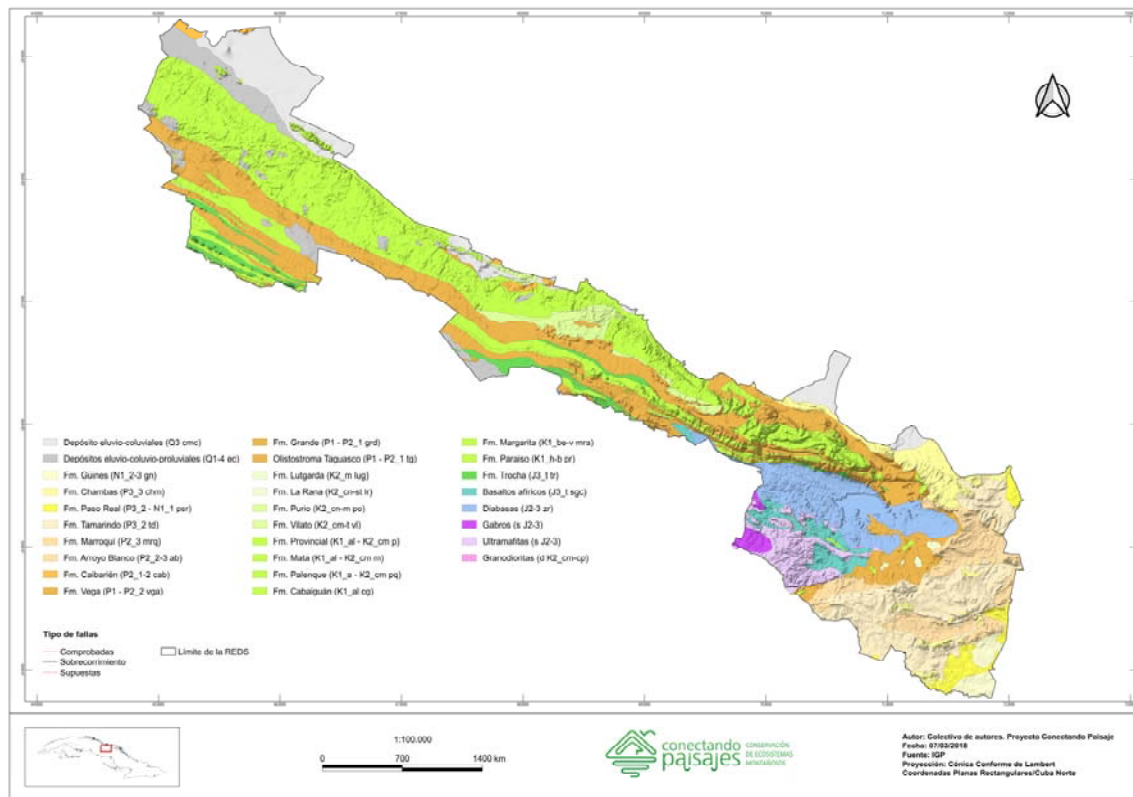
En valles intramontanos aparecen sedimentos de depósitos eluvio-coluvio-proluviales compuestos por arcillas, arcillas arenosas y arenas de edad Cuaternario (Pleistoceno inferior-Holoceno) pertenecientes al complejo litológico terrígeno.

Más al Sur de estos se encuentran calizas micríticas, dolomitizadas de color gris; las que pueden alternar con calizas arcillosas, dolomitas y calizas olíticas de la Formación Trocha, perteneciente al complejo carbonatado de edad Jurásico Superior Thitoniano, las que alternan con bandas de la Formación Margarita

compuesta por la alternancia de calizas que pueden ser masivas, microgranulares, arcillosas y laminares del complejo carbonatado Cretácico.

En la **Figura 4**, se pueden observar los distintos tipos de formaciones geológicas y su edad presentes en el área.

Figura 4. GEOLOGÍA, REDS BAMBURANA0



Fuente: Mateo, J.M. (2000). Geografía de los paisajes. Ciudad de La Habana, y se utilizó como basamento inicial el Mapa de Paisaje, REDS Bamburanao (2013).

3.2.2- RELIEVE

El área que comprende la REDS Bamburanao, abarca un grupo de elevaciones de las Alturas del Nordeste de las Villas, como son Sierra de Bamburanao, Sierra de Jatibonico, Sierra de Meneses y Cueto y Lomas de La Canoa. Alineándose frente a la costa norte de la región central del País.

El territorio de la REDS está conformado por un relieve de horst escalonados, relacionados con ascensos neotectónicos moderados y escalonados; los escalones morfoestructurales condicionaron la formación de superficies abrasivas y denudativas longitudinales.

El desarrollo del relieve del área ha estado condicionado por las características geológicas más generales, lo que explica la correspondencia de las distintas unidades con el plano morfoestructural general y los morfoalineamientos de dirección NW-SE. Sin embargo, el desarrollo morfoescultural de génesis cársica y en menor medida erosiva, ocurrió independientemente, favorecidos por la capacidad de

disolución de la roca dominante, la profundidad de los acuíferos y el propio tipo de roca.

Como consecuencia del carácter diferenciado e ininterrumpido de los levantamientos neotectónicos débiles y moderados con amplitudes de hasta 300 m; formaron estas alturas que por su génesis y morfología se clasifican como tectónico-estructurales.

Abundan las planicies de carso desnudo con amplio desarrollo de carsolitos. En las zonas más bajas se observa una mayor abundancia de dolinas cársicas, así como furnias; el carso subterráneo está representado por formas verticales, lo que evidencia la existencia de grandes profundidades.

Los procesos morfogenéticos que han acompañado al levantamiento neotectónico en el área, tienden a una diferenciación del relieve en la que los factores principales son en la actualidad:

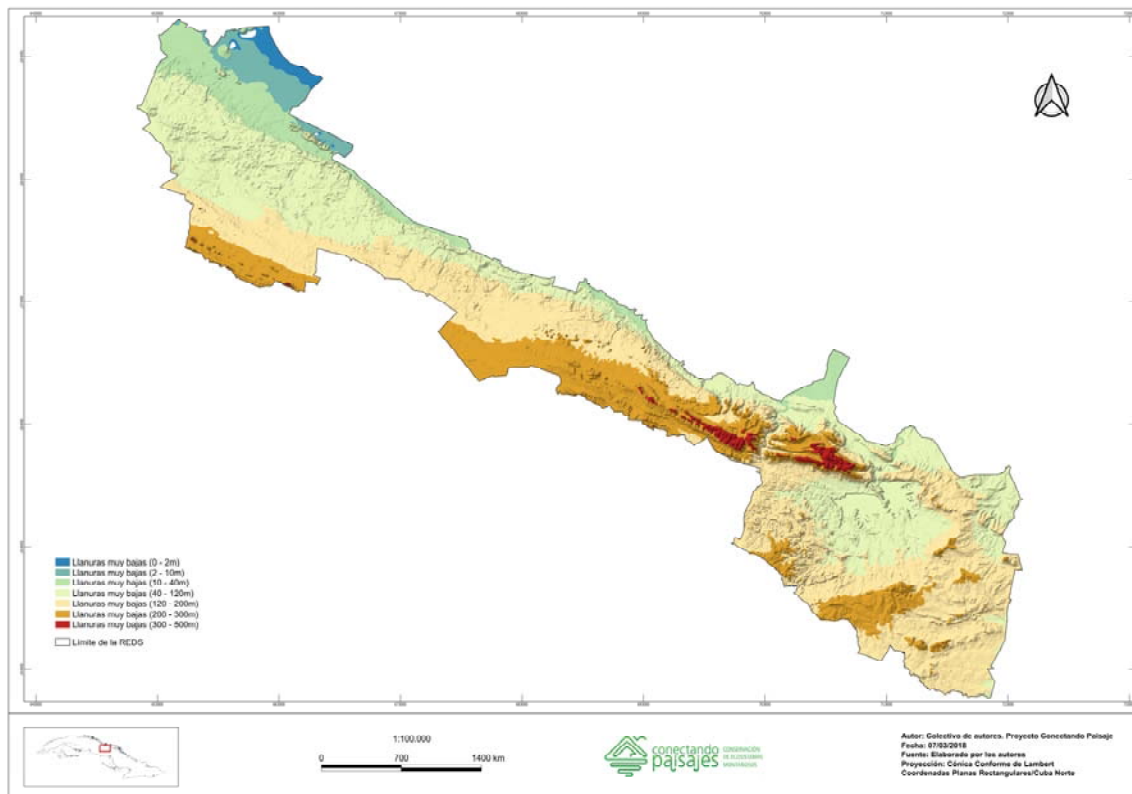
- El buzamiento de las rocas, discordante con la superficie del relieve, hace que este se desarrolle sobre capas de calizas cuya capacidad de disolución es muy variable.
- El drenaje subterráneo es profundo, permitiendo que exista la posibilidad de un desarrollo cársico vertical con escasas formas horizontales.
- La existencia de un drenaje superficial emergente en algunos sectores (activo solo ante grandes avenidas) y el drenaje interno en la parte central.

Los rasgos generales de esta diferenciación son:

- El sector norte, con un carso superficial representado principalmente por el carsolito, no ocurren inundaciones pues los excesos pluviales se movilizan hacia las redes de drenaje superficial que los evacúan.
- El sector sur, que recibe excesos de agua durante el período lluvioso a través de las redes fluviales que desde el sur se internan en el área, sobrepasando ocasionalmente la capacidad de infiltración de los sumideros y penetrando hacia el sector central, donde facilitan el desarrollo de las elevaciones ya descritas, por el proceso de erosión desarrollado en los cauces.
- El sector central, que en algunos lugares está surcado por cauces que movilizan y evacúan los excesos fluviales, pero en otros se forman cuencas endorreicas a las que ocasionalmente pueden movilizarse volúmenes de agua desde el sur.

En la REDS existen llanuras muy bajas, (0 - 2 m), llanuras bajas (2 - 10 m), de medias; (10 - 40 m). Las alturas según los pisos altitudinales se pueden clasificar en pequeñas (40 - 120 m), medias (120 - 200 m), grandes (200 - 300 m) y sub-montañas que en la zona alcanzan hasta los 445,8 m (**Figura 5**).

Figura 5. PISOS ALTITUDINALES. REDS BAMBURANAO



Fuente: Mateo, J.M. (2000). Geografía de los paisajes. Ciudad de La Habana, y se utilizó como basamento inicial el Mapa de Paisaje, REDS Bamburanao (2013).

Como en el resto del archipiélago cubano, en la zona es característica la interacción de varios tipos de procesos exógenos sobre una misma superficie, coexistiendo los procesos erosivos y denudativos con alguna actividad cársica, o al intemperismo están superpuestos procesos denudativos, erosivos e incluso cársicos.

Dada las características litológicas de la zona predominan elevaciones cársicas de forma cónica que, sin tener la cima plana y las paredes verticales, semejan mogotes incipientes por su aislamiento y el desarrollo de un drenaje superficial que ha erosionado a las rocas que los rodean.

3.2.3- CLIMA

El territorio estudiado por su ubicación puede considerarse un sector distintivo de las condiciones climáticas de las provincias Villa Clara, Santi Spíritus y Ciego de Ávila.

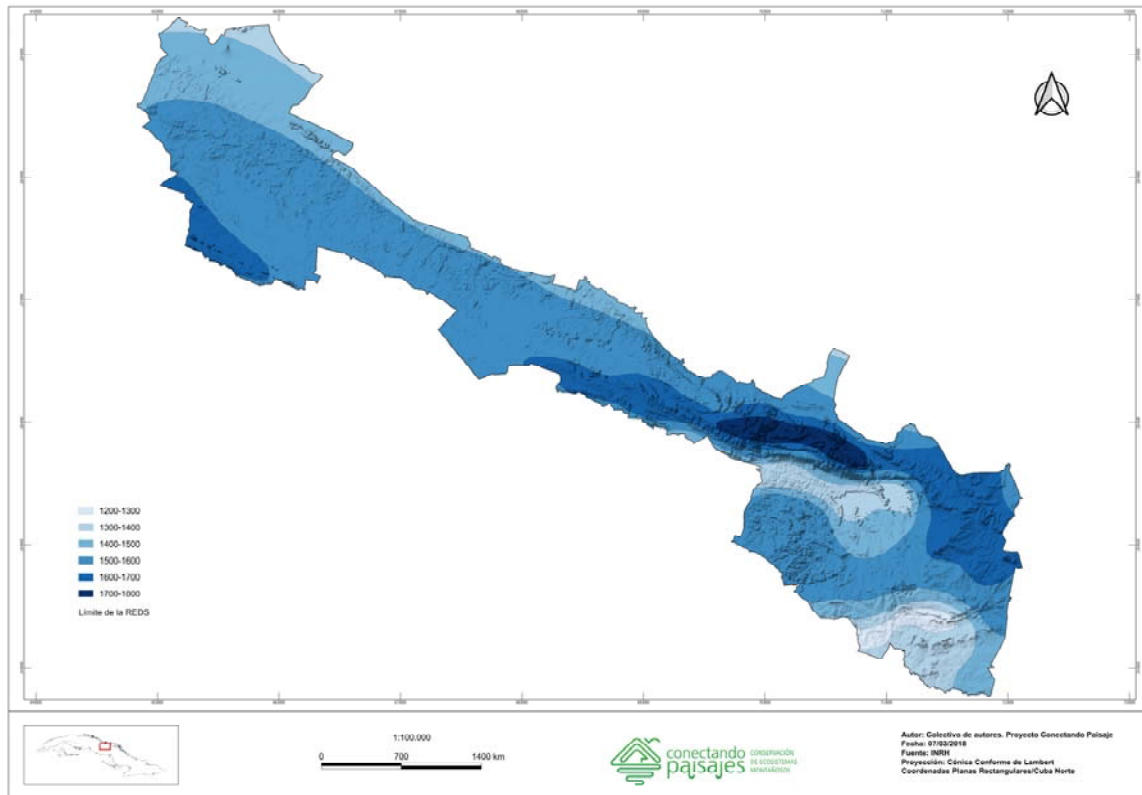
Se dispuso de la información publicada en la Guía Climática de Cuba (1991) en las estaciones meteorológicas Caibarién, Sancti Spíritus y Camilo Cienfuegos, respectivamente, ya que son las más próximas al área de estudio (**Figura 6**). No se pudo contar con información climática de la zona montañosa en particular.

Esto complejiza el trabajo de evaluar climáticamente la parte del macizo montañoso con información de puntos situados solamente en las llanuras norte y sur, así como próximo a la costa en el caso de la estación meteorológica de Caibarién. Por lo que

fue necesario además acudir a los estudios realizados por otros autores sobre la temática, entre los que destacan: Jansa (1974), Burman E. (1969), Matveev (1984); así como el Atlas Climático de Cuba entre otros documentos.

Figura 6. PRECIPITACIONES. REDS BABURANAO

Figura 14. PRECIPITACIÓN. REDS BAMBURANAO



Fuente: Guía Climática de Cuba, 1991.

Temperatura del aire:

Según lo planteado por Jansa (1974), los efectos sobre el régimen térmico en las alturas dependen en buena medida de su orientación, tal planteamiento es tomado en cuenta en el presente caso de estudio ya que la orientación este-noroeste del macizo montañoso, provoca que la vertiente sur reciba mayor cantidad de radiación solar que la norte. Lo mismo sucede para los valles, en los cuales, la pendiente que mira al sur recibe mayor radiación solar.

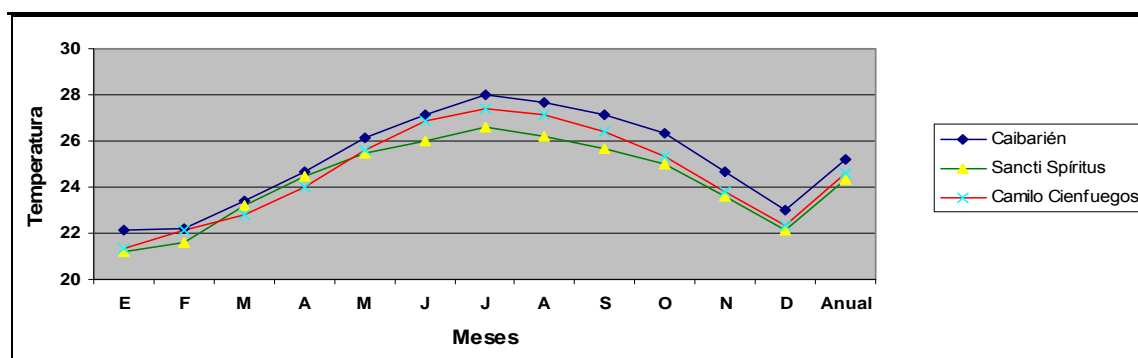
No solo la radiación como consecuencia de la orientación constituye el elemento determinante en la definición del régimen térmico, sino la combinación de varios factores entre los que se destacan significativamente la circulación local, la cual produce un intercambio energético, correspondiéndose con lo argumentado por Matveev (1984).

Hacia las cimas más significativas se presentan los valores más bajos de temperatura media del aire (menos de 20,0 °C); respondiendo al comportamiento de la variación de este elemento con la altura; sin embargo, registros similares se

producen en los valles intramontanos cerrados, lo que obedece a condiciones locales (circulación y efecto de la radiación).

En la marcha anual de la temperatura del aire, correspondiente a las estaciones meteorológicas analizadas, se registran valores medios mensuales entre 21,2 y 28°C, en Sancti Spíritus y Caibarién respectivamente, con medias anuales entre 25,2 y 24,3°C (**Figura 7**). Es importante mencionar las características de este elemento en Caibarién como zona costera, donde los valores mensuales destacan por ser los más elevados dentro del área de estudio.

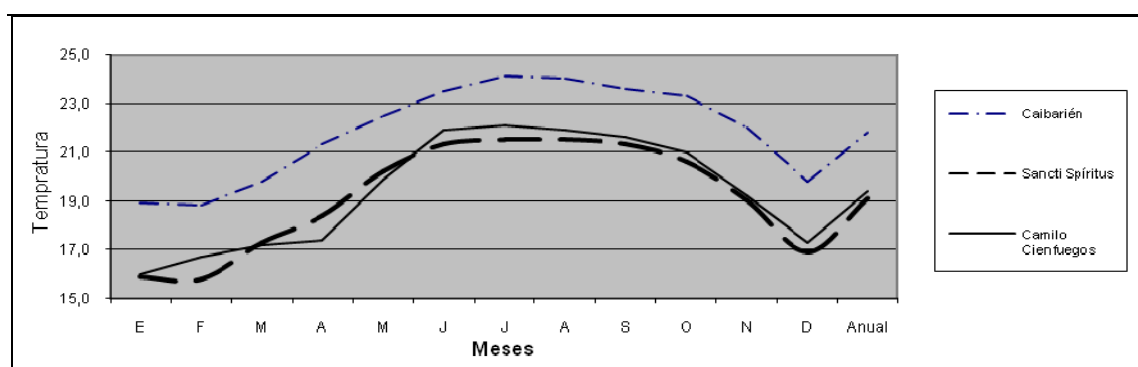
Figura 7. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES POR ESTACIONES METEOROLÓGICAS.



Fuente: Elaborado por los autores a partir de Guía Climática, 1991.

Las mínimas medias mensuales, presentan valores entre 15,8 y 24,1°C en las estaciones de Sancti Spíritus y Caibarién respectivamente (**Figura 8**), mientras que las máximas medias oscilan entre 25,9 y 32,9°C (**Figura 9**).

Figura 8. TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES POR ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

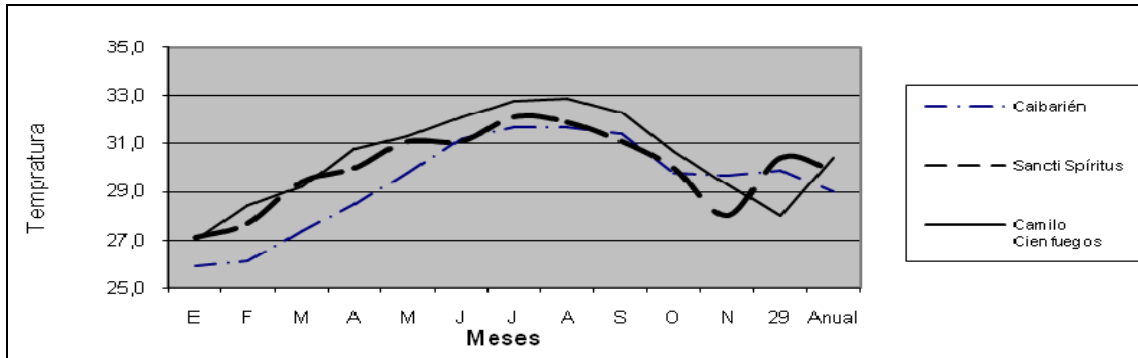


Fuente: Elaborado por los autores a partir de Guía Climática, 1991.

La influencia del relieve es significativa también en la distribución de los valores de las mínimas y máximas medias, produciéndose un descenso de temperatura a medida que se avanza hacia el interior de la cordillera, independientemente de que esto no obedece a la altura sino al relieve, con valores inferiores en los valles intramontanos, según lo propuesto por Jansa (1974) y Matveev, L.T (1984).

En consecuencia, con ello en las cimas y valles intramontanos cerrados los valores de las mínimas medias deben ser inferiores a 15,0°C; mientras que las máximas medias no deben exceder los 26°C.

Figura 9. TEMPERATURAS MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES POR ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

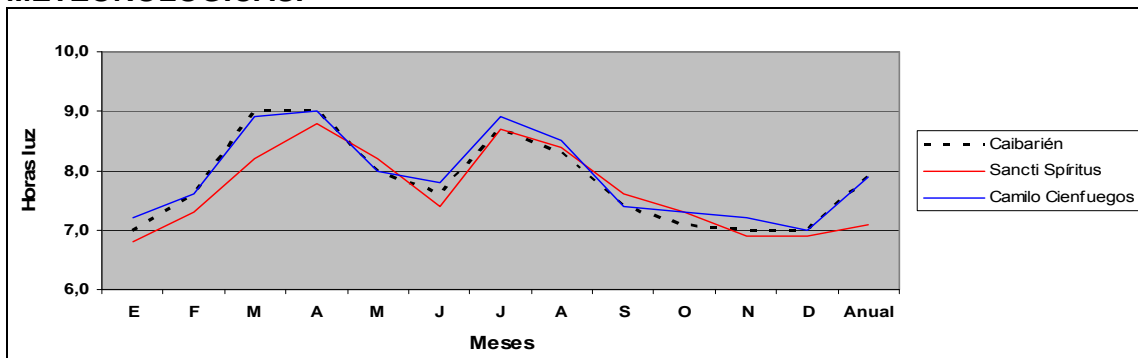


Fuente: Elaborado por los autores a partir de Guía Climática, 1991.

Insolación:

En el área de estudio la insolación presenta valores anuales de 7,1 h/luz en Sancti Spiritus y 7,9 h/luz en Caibarién y Camilo Cienfuegos respectivamente; la marcha de este elemento muestra valores medios mensuales más elevados en el período comprendido desde marzo hasta septiembre con reportes de hasta 9 h/luz, en los meses de marzo y abril (**Figura 10**).

Figura 10. INSOLACIÓN MEDIA MENSUAL POR ESTACIONES METEOROLÓGICAS.



Fuente: Elaborado por los autores a partir de Guía Climática, 1991.

El incremento de la nubosidad resultante de los procesos convectivos que se generan en las zonas montañosas, como consecuencia de la circulación de los vientos sobre la misma por una parte, y de los niveles de exposición a la incidencia del sol por otra, así como, la influencia del relieve y la orientación del sistema; influyen en la disminución este-noreste de la insolación. Ello es indicador del comportamiento esperado para este elemento tanto en las cimas, como en las diferentes laderas y los valles, en estos últimos la zona que mira al sur es la más favorecida en cuanto a la cantidad de luz que recibe.

Viento:

La presencia de una elevación o del conjunto de elevaciones que componen una cordillera interfiere en el comportamiento del viento y pueden producir perturbaciones en la circulación atmosférica, de lo que resultan además alteraciones en el resto de los elementos climatológicos, según Jansá (1974).

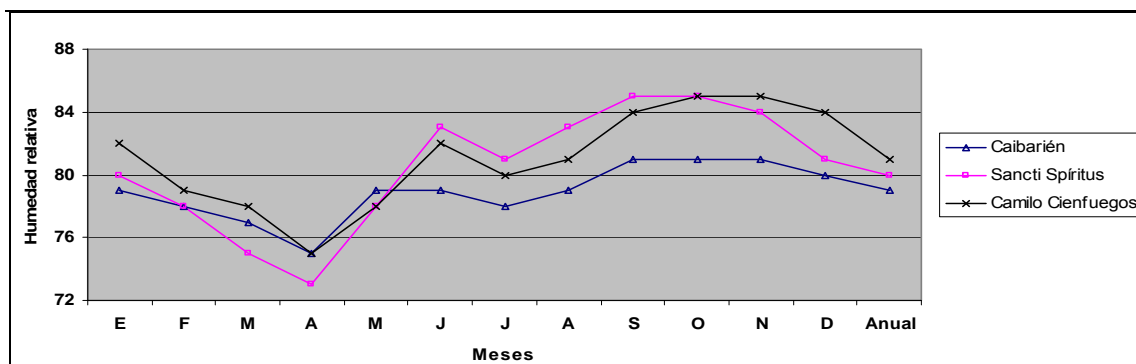
En la región de estudio los vientos predominantes son del Este, Este-Noreste y Noreste, con velocidades entre 3 y 15 km/h, las rachas máximas están asociadas a los fenómenos meteorológicos peligrosos como los ciclones tropicales y las tormentas locales severas (TLS). En las zonas más elevadas se pueden esperar valores de este elemento superiores a los reportados para las zonas llanas.

Humedad relativa:

En la zona de estudio la humedad relativa presenta valores anuales entre 79 y 81%. Los mayores registros diarios (más de 95%) de este elemento se observan al amanecer, próximo a las siete de la mañana, coincidiendo con los mínimos de la temperatura del aire, y la mayor frecuencia de los vientos en calma. Los registros mínimos aparecen en horas de la tarde.

Según Matveev (1984), en las montañas, con el ascenso de las masas de aire se produce ganancia de humedad y procesos de condensación a diferentes niveles, lo que da origen a la convección, ello en gran medida influye en los registros de humedad relativa del aire en las zonas montañosas y los valles intramontanos, donde son reportados los valores máximos de este elemento. Por tanto, en la zona del macizo montañoso son posibles valores anuales de humedad relativa del aire superiores al 85% (**Figura 11**).

Figura 11. HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL POR ESTACIONES METEOROLÓGICAS.



Fuente: Elaborado por los autores a partir de Guía Climática, 1991.

Precipitación:

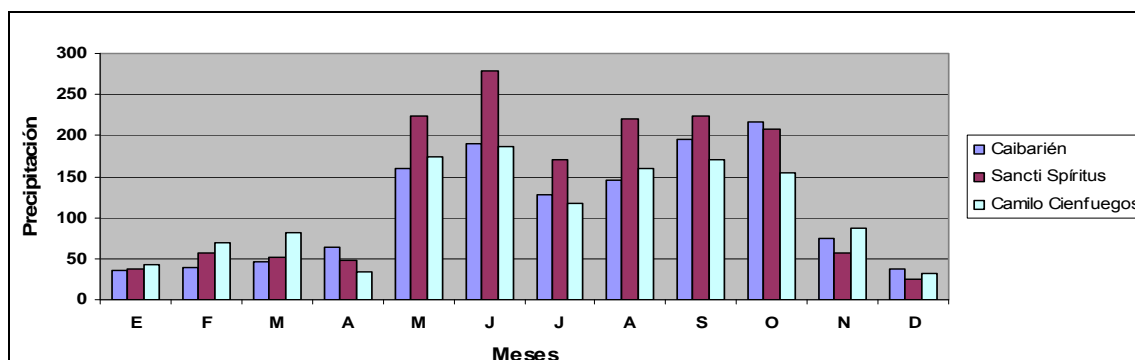
Como en la mayor parte del territorio cubano en la zona de estudio las precipitaciones presentan un carácter estacional marcado, se observan dos periodos bien definidos: lluvioso y poco lluvioso, el primero se extiende de mayo hasta octubre

con el mayor aporte a la suma total anual, más del 70 % y el segundo de noviembre hasta abril.

La precipitación media anual oscila entre 1 200 y 1 600 m (**Figura 12**). Durante el periodo lluvioso los mayores acumulados mensuales se reportan para la estación meteorológica de Sancti Spíritus.

Esta zona está sometida a una considerable irregularidad en la distribución temporal y espacial de las precipitaciones, por encontrarse una parte de ésta bajo la influencia del macizo montañoso, donde se registran los mayores acumulados del área por la ocurrencia de las lluvias de tipo orográfico. Producidas por el ascenso de las masas de aire húmedo, con el consiguiente enfriamiento y la formación de nubes.

Figura 12. LÁMINA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL POR ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

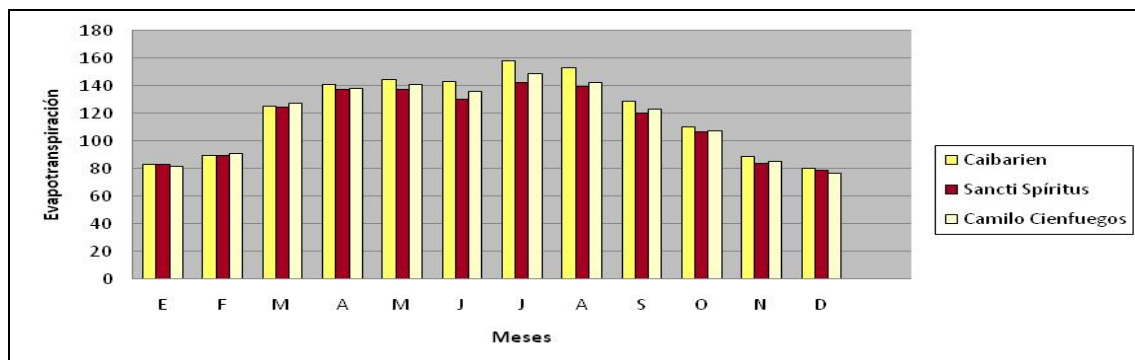


Fuente: Elaborado por los autores a partir de Guía Climática, 1991.

Evapotranspiración

La marcha anual de la evapotranspiración en el territorio, presenta valores mensuales entre 80 y 160 mm, destacando la estación Caibarién que reporta los mayores registros de este elemento en todos los meses, coincidiendo con lo planteado por Solano (2003), Los mínimos se observan en las montañas, seguidos por los de las llanuras. Los más elevados son registrados en puntos ubicados en zonas próximas al litoral. La disminución de este elemento con la altura se expresa con un gradiente de 40 mm por cada 100 m de altitud (**Figura 13**).

Figura 13. EVAPOTRANSPIRACIÓN MEDIA MENSUAL POR ESTACIONES METEOROLÓGICAS.



Fuente: Elaborado por el autor a partir de Solano, 2003.

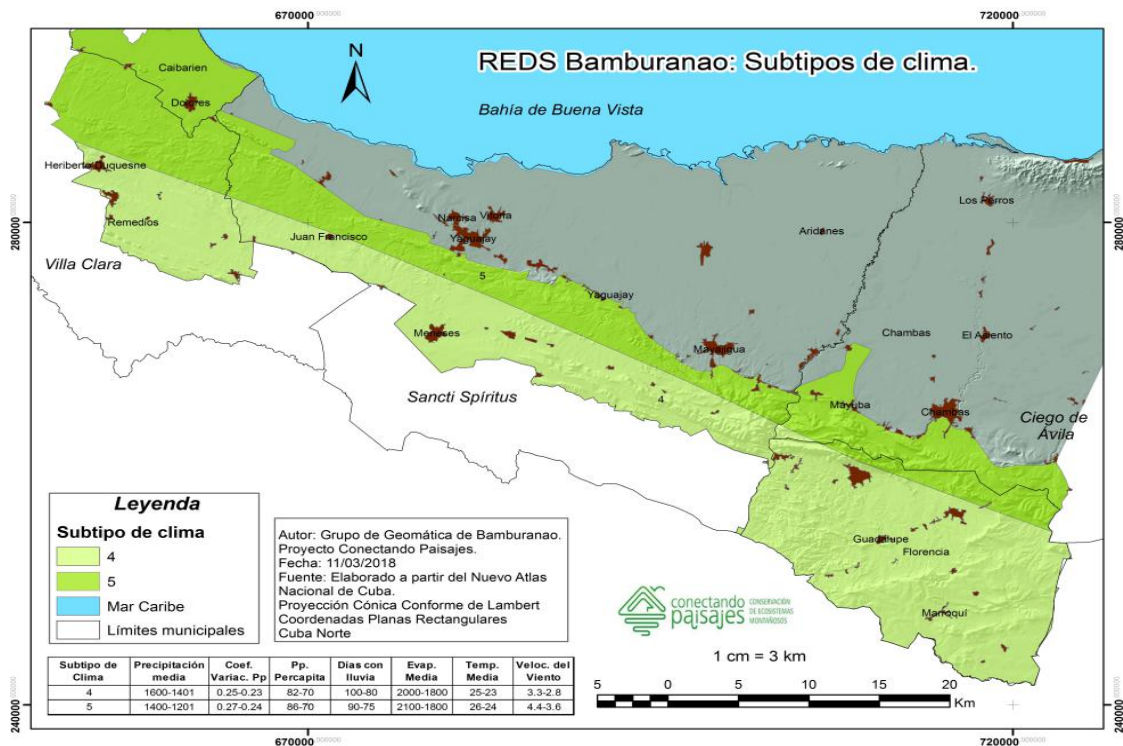
En toda el área de estudio los valores más bajos se observan durante el período poco lluvioso, (noviembre - abril), con los mínimos en el mes de diciembre, próximos a 5,8% de la tasa anual. En este mes la posición del sol alcanza la máxima declinación al sur, lo que determina la ocurrencia de magnitudes más bajas de la radiación solar incidente y, por tanto, una disminución de la tasa diaria de la evapotranspiración, según (Solano. et al, 2003).

Zonificación climática:

La zona montañosa y valles intramontanos son zonas frescas, caracterizada por recibir bajos valores de radiación solar e insolación (**Figura 14**). Con temperaturas máximas medias que no superan los 26,0°C y mínimas medias por debajo de los 15,0°C. Los registros de humedad relativa altos, entre el 85 - 98% y la precipitación por encima de los 1 600 mm, permiten catalogarlas como zonas húmedas, con baja evapotranspiración

Las llanuras son zonas cálidas con temperaturas máximas medias superiores a los 26,0°C y mínimas medias que superan a los 16,0°C. La humedad relativa inferior al 85% y las precipitaciones por debajo de los 1 500 mm, permiten definir las llanuras como menos húmedas que la montaña. Donde los valores de evapotranspiración llegan a superar a la precipitación, sobre todo en las zonas costeras.

Figura 14. ZONAS CLIMÁTICAS. REDS BAMBURANA O.

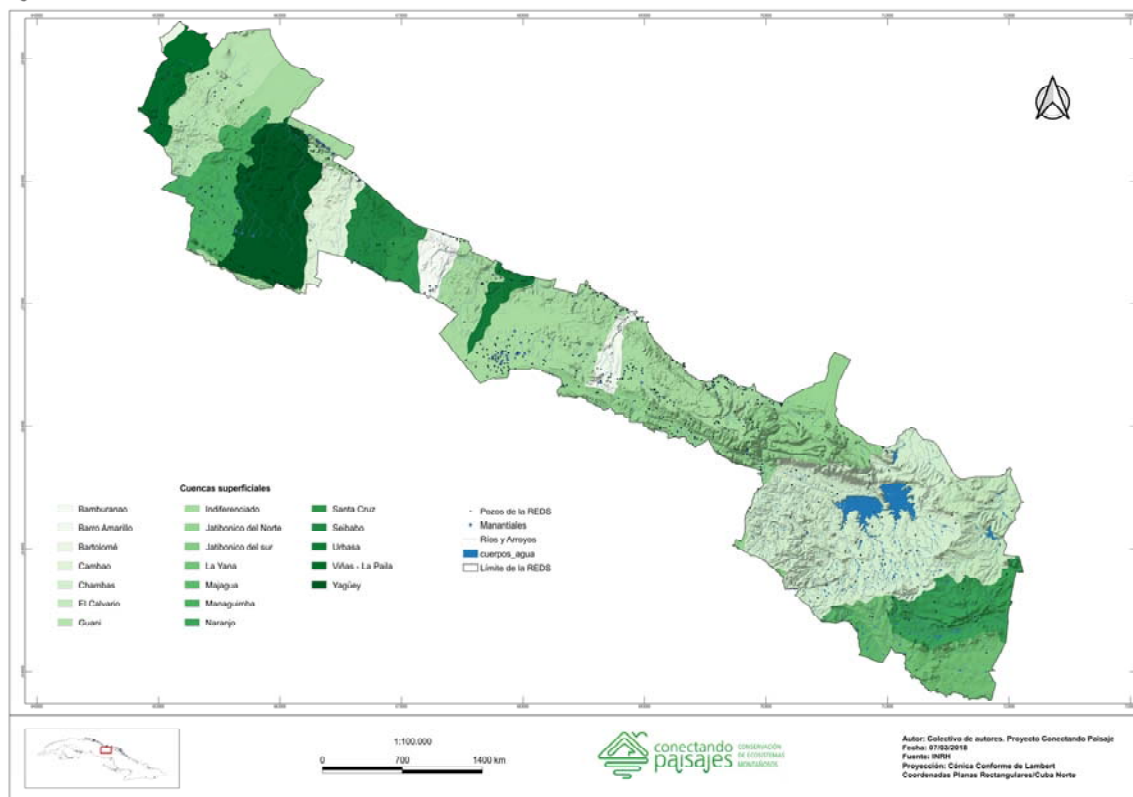


Fuente: Atlas de Cuba, 1989.

3.2.4- AGUA

En el entorno de "Bamburanao" existe una red fluvial, donde la mayoría de las corrientes fluviales son de poco caudal y la cantidad de arroyos y ríos con usos de sus aguas en el territorio es menor de los que se encuentran en su parte sur (**Figura 15**). Las cuencas hidrográficas más importantes de la zona de estudio son de los ríos Chambas y Jatibonico del Norte. La **Tabla 9**, contiene los principales parámetros morfométricos de las cuencas hidrográficas en Bamburanao que serán utilizados para la caracterización del régimen hídrico de la REDS.

Figura 15. HIDROLOGÍA. REDS BAMBURANA0



Fuente: INRH, Chambas, Florencia, Yaguajay, Remedios y Caibarién. (2014)

El rango de área de los arroyos y ríos seleccionados varía en un amplio rango, es decir, desde 5,3 hasta 251,8 km², lo cual significa la dificultad de utilizar la misma metodología de cálculo para todas las corrientes fluviales en Bamburanao. Además de esto, sólo existen mediciones hidrométricas en las cuencas de los ríos Chambas y Jatibonico del Norte, para determinado período de tiempo, ya que las observaciones de los últimos años no tienen la calidad requerida. Por tanto, será necesario separar en dos grupos las corrientes fluviales y a partir de esta división proceder a realizar los cálculos.

Tabla 9. Parámetros morfométricos de las cuencas hidrográficas. REDS Bamburanao.

Corriente fluvial	Hmáx.	Hmín	Área	Hm	Yc	Yr	L	Dd
	(m)	(m)	(km ²)	(m)	(‰)	(‰)	(km)	(km/km ²)
GRUPO A (con mediciones hidrométricas)								
Jatibonico del Norte	408	0	251,8	149,9	49,3	2,4	70,2	1,3
Chambas	430	0	335	87,3	54,3	2,4	60,6	0,5
GRUPO B (sin mediciones hidrométricas)								
Yagüey	100	0	49,0	60	41	7,58	13,2	0,35
Managuimba	125	0	34,9	58	37	8,12	15,4	0,44
Guaní	60	0	29,6	30	22	6,0	10,0	0,41
Seibabo	120	0	21,7	-	-	1,50	8,0	-
Cambao	75	0	5,3	-	-	1,88	4,0	-

Fuente: Empresa de Aprovechamiento Hídrico.

En la cuenca hidrográfica del río Jatibonico del Norte existe una estación hidrométrica o de aforo, donde se mide el caudal en forma sistemática desde el año 1965.

Sin embargo, los datos confiables de esta serie sólo son hasta el año 1982, debido a la mala calidad de los datos observados y procesados posteriores a esta fecha. Los datos morfométricos de la cuenca del río Jatibonico del Norte hasta la estación de aforo “El Río” se aprecian en la **Tabla 10**.

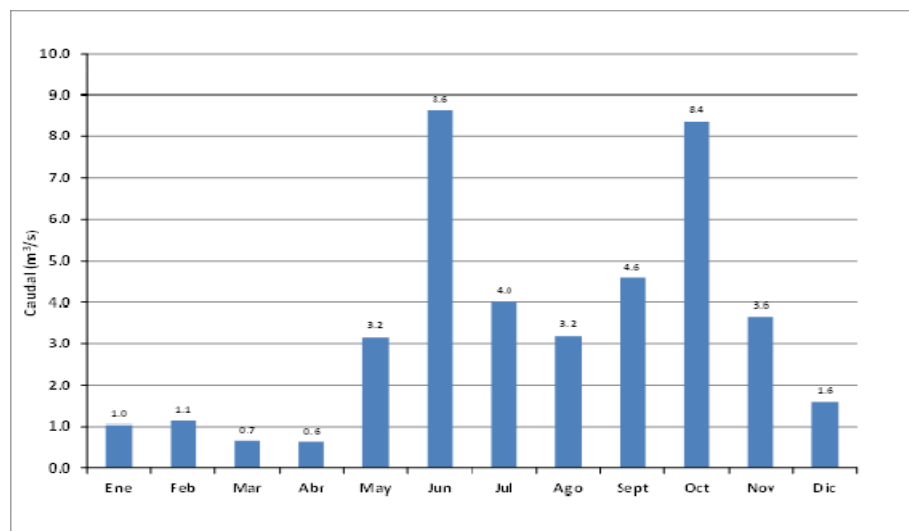
Tabla 10. Principales parámetros morfométricos de la cuenca del río Jatibonico del Norte.

CUENCA	Área (km ²)	Hm (m)	Yc (‰)	Yr (‰)	L (km)	Dd (km/km ²)
Jatibonico del Norte	192	197	60	4,4	38,8	0,8

Fuente: Empresa de Aprovechamiento Hídrico.

Teniendo en cuenta que en la cuenca del río Jatibonico del Norte existen mediciones hidrométricas, se han procesado los datos disponibles para determinar los valores del escurrimiento medio anual y su variabilidad (**Figura 16**). Las observaciones sistemáticas, que se llevan a cabo en la estación de aforo “El Río”, por especialistas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), permiten determinar los principales parámetros hidrológicos a partir de los datos recopilados durante el período 1965 – 1982.

Figura 16. PROMEDIO MENSUAL DE LOS GASTOS EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA “EL RÍO”, EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO JATIBONICO DEL NORTE.



Fuente: INRH, Chambas, Florencia, Yaguajay, Remedios y Caibarién. (2014)

La componente subterránea constituye un elemento importante dentro del balance hídrico, ya que gracias a ella se cuenta con una entrada de agua garantizada a los embalses durante el período menos lluvioso, y a otros abastecimientos de agua. La distribución y el volumen de este componente de infiltración no sólo dependen de las características de las precipitaciones, sino también de las propiedades hidrofísicas del suelo, así como de la acción conjunta de los demás factores físico-geográficos.

En la cuenca hidrográfica del río Jatibonico del Norte, dentro del territorio de Bamburanao, la humedad del suelo aprovechable por la vegetación es otro elemento del balance hídrico. Este componente aumenta con la altitud a medida que es mayor la precipitación.

Río Chambas

Hacia el extremo este del territorio de Bamburanao se encuentra la cuenca hidrográfica del río Chambas, donde se mide el escurrimiento en la estación de aforo “Puente Carretera Norte”. Es necesario señalar que aguas arriba de la estación de aforo existe la derivadora Chambas, ubicada en las coordenadas X: 713695; Y: 261906, por tanto, la calidad de las observaciones del régimen hídrico de esta corriente fluvial es afectada por la operación de la citada derivadora.

En la **Tabla 11**, se aprecian los principales parámetros morfométricos de esta cuenca hidrográfica hasta la estación de aforo y que pueden ser utilizados para el cálculo del régimen hídrico de este río. Actualmente no se realizan mediciones de los caudales en la estación, de manera que la serie de observaciones disponible sólo comprende los años 1966 – 1981.

Tabla 11. Principales parámetros morfométricos de la cuenca del río Chambas.

CUENCA	Área (km ²)	Hm (m)	Yc (‰)	Yr (‰)	L (km)	Dd (km/km ²)
Jatibonico del Norte	187	139	86	4,4	29,8	0,83

Fuente: INRH, Chambas, Florencia, Yaguajay, Remedios y Caibarién. (2014)

La cuenca del río Chambas tiene un área total de 335 km², como ya se ha explicado anteriormente, por tanto, es necesario realizar los cálculos hasta ese cierre. La precipitación media anual para toda la cuenca es igual a 1 330 mm.

Los parámetros hidrológicos necesarios para aplicar la citada metodología, donde se ha asumido una precipitación media anual para todos los arroyos igual a 1 480 mm y el resultado de los cálculos, se aprecian en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Parámetros hidrológicos de arroyos. REDS Bamburanao.

Arroyos	Área	Hm	Qo	Wo
	(km ²)	(m)	(m ³ /s)	(10 ⁶ m ³)
Yagüey	49,0	60	0,60	18,91
Managuimba	34,9	58	0,43	13,47
Guaní	29,6	30	0,36	11,42
Seibabo	21,7	-	0,27	8,38
Cambao	5,3	-	0,06	2,05

Nota: Hm- altura media; Qo- gasto medio; Wo- volumen de escurrimiento.

Fuente: INRH, Chambas, Florencia, Yaguajay, Remedios y Caibarién. (2014)

Caudales máximos. Hidrógrafos y volúmenes de las crecidas.

No es posible determinar los gastos o caudales máximos para distintas probabilidades en las corrientes fluviales de Bamburanao utilizando los datos registrados en las estaciones hidrométricas de Jatibonico del Norte y Chambas, pues la transferencia de módulos, como se hizo con el escurrimiento medio anual, es un proceso inadmisibles hidrológicamente, para los caudales máximos instantáneos. Es obvio que, para los arroyos, donde no existen observaciones hidrométricas sólo puede ser utilizado otro esquema de cálculo.

La formación de los gastos máximos en una cuenca hidrográfica depende de muchos factores hidrometeorológicos y fisiográficos, además de esto, las series disponibles en las estaciones “El Río” y “Puente Carretera Norte”, ubicadas en los ríos Jatibonico del Norte y Chambas, respectivamente, no son suficientes y no registran todos los eventos máximos posteriores al año 1982. Por ejemplo, durante los años 1988 y 2008 ocurrieron caudales máximos extraordinarios no observados en esos ríos.

Por las razones expuestas anteriormente se aplicará el sistema de ecuaciones y nomogramas propuestos especialmente deducidos para las condiciones de formación del régimen hídrico de caudales extremos en Cuba. Teniendo en cuenta

que esta metodología, es de tratamiento laborioso y poco conocida por especialistas e investigadores ajenos a las actividades hidrológicas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, a continuación, se resumirán los conceptos más importantes de esta publicación, que aún hoy día es una herramienta obligada para calcular los gastos máximos en el territorio cubano cuando no existen observaciones directas del escurrimiento máximo.

Uno de los problemas más complejos y de importancia práctica en los cálculos hidrológicos es la determinación de los gastos máximos, volúmenes de escurrimiento e hidrógrafos de las crecidas, necesarios durante la proyección y explotación de cualquier obra hidráulica (presas, puentes, tuberías, etc.). Al no existir observaciones hidrometeorológicas en algunos ríos, antes de elaborado el esquema de cálculo se hacían con poca exactitud, aplicando metodologías deducidas para otras características fisiográficas, casi siempre continentales y no para las condiciones de insularidad del archipiélago cubano.

En el trabajo de los citados autores se exponen por primera vez métodos de cálculos generalizados y objetivos donde intervienen todas las características principales de las crecidas provocadas a partir de las lluvias, basados en el principio de intensidad extrema de las precipitaciones y del escurrimiento, mediante las curvas de acrecentamiento de la lámina de precipitaciones de mayor intensidad (**Tabla 13**).

Tabla 13. Caudales máximos de crecidas en los arroyos y ríos. REDS Bamburanao.

Corriente fluvial	A	$q_{1\%}$	Gastos máximos de crecidas (m^3/s)		
	(km^2)	($m^3/s.km^2$)	1%	5%	10%
Chambas	335,0	6,6	2217	1219	953
Yagüey	49,0	13,3	652	359	280
Managuimba	34,9	15,0	523	288	225
Guaní	29,6	15,9	470	259	202

Fuente: INRH, Chambas, Florencia, Yaguajay, Remedios y Caibarién. (2014)

Basado en los eventos de caudales extremos, los especialistas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos elaboraron una envolvente de caudales específicos en función del área de la cuenca. Es conocido que la superficie de una cuenca hidrográfica ejerce la función reguladora de las crecidas, por tanto, es obvio que a mayor área los caudales específicos sean menores. Estas curvas llamadas “envolventes”, se utilizan para comprobar los resultados obtenidos al aplicar cualquier metodología de cálculo, sea con o sin datos de observaciones. De esta forma, al “plotear”, el valor del módulo máximo o caudal específico ($q_{1\%}$) para el área correspondiente, el punto debe ubicarse por debajo de la curva, si los cálculos son correctos. Por supuesto, estas curvas deben ser actualizadas cada cierto tiempo, utilizando los valores extremos registrados y comprobados por mediciones confiables.

La red hidrográfica en el parte este del área, está bien definida, con seis (6) cuencas hidrográficas: la cuenca hidrográfica del río Jatibonico del Norte, las cuencas de Calvario, Naranjo, La Yana, Majagua y Chambas; siendo esta última la que ocupa mayor extensión en el territorio. Los embalses están representados por la presa

Calvario y el hidroconjunto Liberación de Florencia, formado por 3 derivadoras y 2 presas (Chambas II y Cañada Blanca) (**Tabla 14**). Ninguna de las derivadoras se encuentra dentro del municipio. Jatibonico, a pesar de no estar dentro de los límites, debe tenerse en cuenta por encontrarse aguas arribas.

Tabla 14. Características de los embalses Chambas II y Cañada Blanca.

Características de los embalses						
EMBALSES	N.A.N		N.A.M		N.M	
	Cota (m)	Vol (hm ³)	Cota (m)	Vol (hm ³)	Cota (m)	Vol (hm ³)
Chambas II	84,00	33,33	87,25	56,00	68,50	0,200
Cañada Blanca	84,00	46,50	87,25	67,50	64,20	0,500

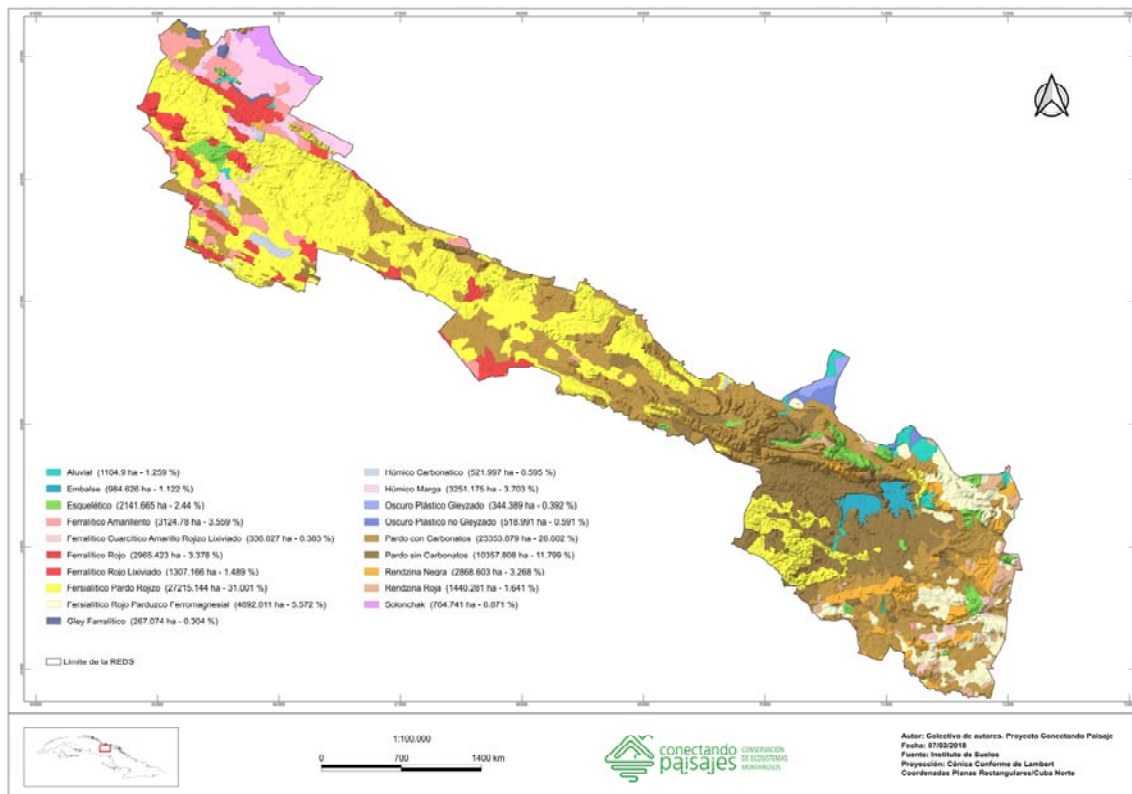
Fuente: Empresa de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos Ciego de Ávila, 2012.

La derivadora Jatibonico del Norte se encuentra ubicada en el río de igual nombre y aguas arriba del campismo “Boquerón”, su objetivo fundamental es la derivación de unos 50 hm³ anuales hacia los embalses Chambas II y Cañada Blanca, a través de un canal trasvase a contra pendiente que une a la derivadora con el arroyo Cieguito, el cual es un afluente del río Chambas.

3.2.5- SUELOS

A partir de la información brindada por los Modelos de Ordenamientos Ambiental de Yaguajay, Florencia y Chambas y por Hernández, et al., (1999) en Nueva Clasificación de los Suelos de Cuba, Instituto de Suelos; se caracterizaron los suelos, de acuerdo al agrupamiento y a su tipo, destacando la superficie que ocupaba cada uno, así como el por ciento que representan (**Figura 17**) (**Tabla 15**).

Figura 17. TIPOS DE SUELOS. REDS BAMBURANA0



Fuente: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, Instituto de suelo, (1999).

Tabla 15. Superficie por tipos de suelos.

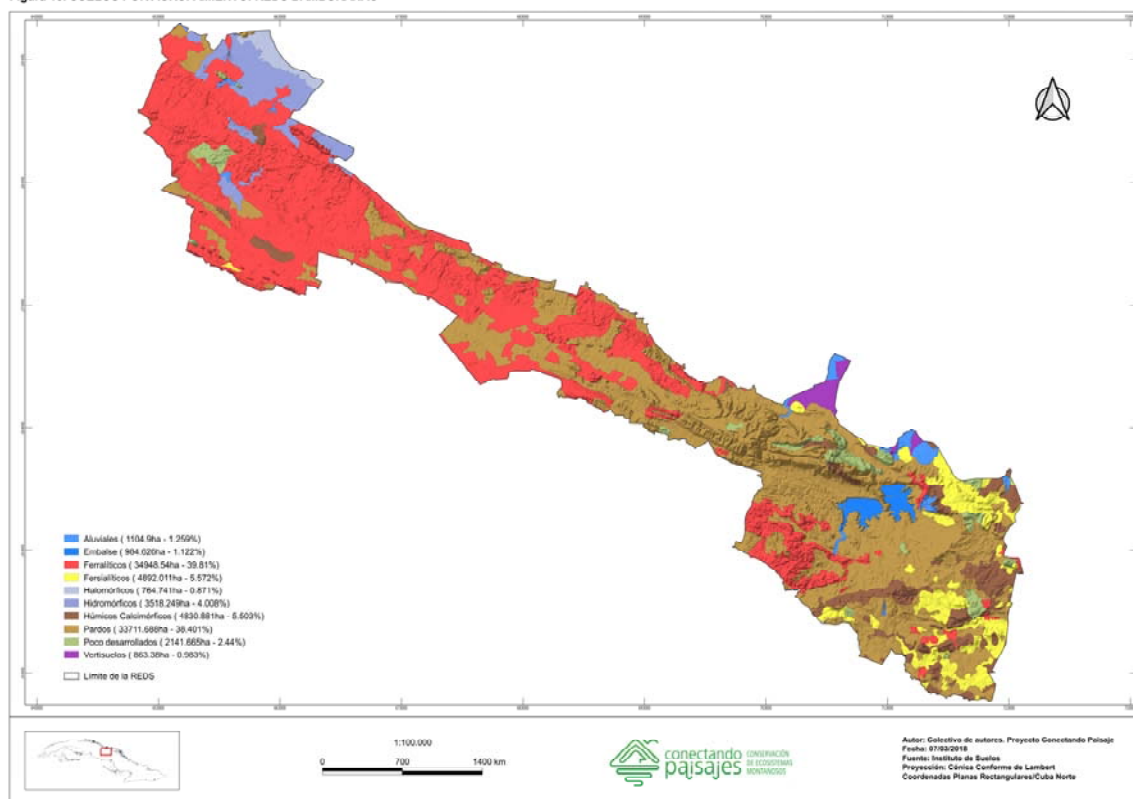
Tipos de suelos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Aluvial	1 104,900	1,26
Embalse	984 626	1,12
Esquelético	2 141 665	2,44
Ferralítico Amarillento	3 124 780	3,56
Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado	336 027	0,38
Ferralítico Rojo	2 965 423	3,38
Ferralítico Rojo Lixiviado	1 307 166	1,49
Ferralítico Pardo Rojizo	27 215 144	31,00
Ferralítico Rojo Parduzco Ferromagnésico	4 892 011	5,57
Gley Ferralítico	267 074	0,30
Húmico Carbonático	521 997	0,59
Húmico Marga	3 251 175	3,70
Oscuro Plástico Gleyzado	344 389	0,39
Oscuro Plástico no Gleyzado	518 991	0,59
Pardo con Carbonatos	23 353 879	26,60
Pardo sin Carbonatos	10 357 808	11,80
Rendzina Negra	2 868 603	3,27

Tipos de suelos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Rendzina Roja	1 440 281	1,64
Solonchak	764 741	0,87

Fuente: Delegación Provincial del MINAGRI, Registro de la tierra provincia: Ciego de Ávila, Sancti Spiritus, Villa Clara (2014) y Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, Instituto de suelo, (1999).

En cuanto a su distribución, de acuerdo a la Segunda Clasificación de los Suelos Cuba, se puede exponer que los diferentes tipos y subtipos de suelos ocupan un área de 87 789,0 ha del total de tierra firme que conforman la REDS (**Figura 18**).

Figura 18. SUELOS POR AGRUPAMIENTO. REDS BAMBURANA0



Fuente: Delegación Provincial del MINAGRI, Registro de la tierra provincia: Ciego de Ávila, Sancti Spiritus, Villa Clara (2014) y Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, Instituto de suelo, (1999).

Los suelos en la región se subordinan al basamento litológico, el intemperismo, los procesos cársticos, el grado de humedecimiento, entre otros. Las llanuras bajas, que se localizan en pequeños fragmentos al Norte de la región, presentan suelos húmicos margosos.

En cuanto a la agroproductividad predominan los suelos poco productivos (IV), los productivos (II), medianamente productivos (III) y muy productivos (I) en ese orden, como se observa en la **Figura 19**.