



**PROCORREDOR**



Proyecto de Gestión Sostenible de los Recursos Naturales  
y Cuencas del Corredor Biológico Mesoamericano en el Atlántico Hondureño

# Inventario de Bienes y Servicios Ambientales en el Departamento de Atlántida



Septiembre - 2010

**DOCUMENTO BORRADOR**

# CONTENIDO

<b><u>I. PRESENTACION</u></b>	<b>2</b>
<b><u>II. CONTEXTO GENERAL</u></b>	<b>4</b>
<b><u>III. MARCO CONCEPTUAL</u></b>	<b>6</b>
<b><u>IV. ANALISIS DE LOS PRINCIPALES BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES</u></b>	<b>10</b>
4.1 RECURSOS HÍDRICOS	10
4.2 BELLEZA ESCÉNICA	24
4.3 BIODIVERSIDAD	28
4.4 BIENES Y SERVICIOS FORESTALES	32
4.5 SECUESTRO O CAPTURA DE CARBONO	34
4.6 REGULACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE DESASTRES	42
4.6.1 CONTROL DE EROSIÓN, DESLIZAMIENTOS Y PROTECCIÓN DE CUENCAS	44
4.6.2 PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y PROTECCIÓN ANTE TORMENTAS Y HURACANES	52
<b><u>V. EXPERIENCIAS ACTUALES Y POTENCIALES EN PSA EN EL DEPARTAMENTO DE ATLANTIDA</u></b>	<b>53</b>
<b><u>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></b>	<b>58</b>
6.1 CONCLUSIONES	58
6.2 RECOMENDACIONES	59
<b><u>VII. BIBLIOGRAFIA</u></b>	<b>61</b>
<b><u>VIII. ANEXOS</u></b>	<b>62</b>

## I. PRESENTACION

En el marco de la ejecución del Proyecto de Gestión Sostenible de Recursos Naturales y Cuencas del Corredor Biológico Mesoamericano en el Atlántico Hondureño (PROCORREDOR), se desarrollan las acciones previstas en el Contrato de Servicios sobre Mecanismos Sostenibles de Pagos por Servicios Ambientales (PROCORREDOR-SER-01-2008) bajo la responsabilidad de la Fundación Hondureña de Ambiente y Desarrollo (Vida). El proyecto que concentra su intervención en el Departamento de Atlántida, ha visualizado la manera de incidir en el tema de bienes y servicios ambientales, como parte de la estrategia de apoyo a la conservación y sostenibilidad ambiental, incluyendo acciones prioritarias en las Áreas Protegidas.

El departamento de Atlántida con una valiosa biodiversidad en diversos ecosistemas naturales, cuenta con un amplio potencial de bienes y servicios ambientales generados en las funciones ecosistémicas de la región; sin embargo, estos bienes y servicios cuentan con escasa identificación, valoración y reconocimiento por parte de los consumidores o usuarios, así como las diferentes instancias públicas y privadas vinculadas al sector de los recursos naturales.

El presente Documento de *Inventario de Bienes y Servicios Ambientales del departamento de Atlántida*, es una primera aproximación integral que identifica la oferta y potencialidad que existe en función de esta capacidad natural que tienen los ecosistemas para brindar beneficios y diversos usos ante una creciente demanda de consumidores colectivos e individuales locales, nacionales e internacionales.

El documento está estructurado a dos niveles de información: i) De manera general sobre la capacidad del departamento, identificando, conceptualizando y analizando la potencialidad de los bienes y servicios ambientales vinculados principalmente al uso diverso de los recursos hídricos, turismo, biodiversidad, bienes y servicios forestales, captura de carbono y prevención de desastres; y ii) En forma específica, identificando algunos de los sitios específicos actuales y potenciales de bienes y servicios ambientales más relevantes, especialmente aquellos existentes en las áreas protegidas del departamento de Atlántida.

El Inventario identifica y estima de manera cualitativa y cuantitativa de manera general las potencialidades de oferta en bienes y servicios ambientales en el CBM del Atlántico Hondureño, señalando la capacidad de los ecosistemas naturales para establecer mecanismos de desarrollo y sostenibilidad con una perspectiva económica y ambiental. El inventario facilita, justifica y orienta para el desarrollo específico de diversas experiencias con mecanismos de pago o compensación por bienes y servicios ambientales, a la vez que se orienta a contribuir en el fortalecimiento de los corredores naturales de la región y contribuir manera ordenada y sostenible en las intervenciones humanas que ya se dan principalmente en las Áreas Protegidas y diversos ecosistemas en peligro de extinción.

El presente documento de Inventario brinda una base de información sobre la capacidad ambiental de la región y las funciones de los ecosistemas predominantes, además, permitirá establecer las bases para profundizar la investigación, promoción e impulsar estrategias y mecanismos en iniciativas locales, municipales y en áreas protegidas que en base a los bienes y servicios ambientales pueden desarrollar los actores locales del departamento de Atlántida.

El reto es como fortalecer mecanismos de compensación ambiental que ya se ejecutan en el Corredor Biológico Hondureño, así como replicar casos exitosos y desarrollar a la vez un fortalecimiento institucional en el tema, entre las que destacan la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y el Instituto de Conservación Forestal (ICF), así como diversas instancias del sector público municipal, la empresa privada y las Organizaciones No Gubernamentales dedicadas al manejo ambiental o usuarias de los bienes y servicios ambientales.

El Inventario de Bienes y Servicios Ambientales es un insumo importante y una guía en la definición de estrategias regionales a favor del ambiente, complementando las iniciativas de gestión ambiental municipal, los planes de manejo de las áreas protegidas, las iniciativas turismo, los proyectos de generación de energía limpia, etc., que ya son realidades en el departamento de Atlántida.

De manera más específica el Inventario brinda un panorama integral de la oferta y demanda actual en los recursos ambientales del departamento, al mismo tiempo que da nuevas ideas a los actores que buscan promover, apoyar y facilitar procesos en materia de bienes y servicios ambientales con mecanismos sostenibles que valoren y den respuesta a la demanda existente en la mitigación del cambio climático; protección y conservación del agua para consumo doméstico, agrícola, industrial e hidroeléctrico; protección de la biodiversidad, para la conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético; y para protección de ecosistemas y formas de vida, relacionados con paisajes escénicos con variados fines turísticos, culturales y científicos que proporciona el departamento de Atlántida como parte del Corredor Biológico Hondureño.

## II. CONTEXTO GENERAL

La República de Honduras se encuentra ubicada entre los 12° y 16° N de latitud y los 83° y 89° W de longitud. Limita al Norte con el mar del Caribe (650 km de costa), al Sur con El Salvador y océano Pacífico (litoral de 153 km), al Este y Sureste con Nicaragua, y al Oeste con Guatemala y El Salvador. La superficie total del país es 112,492 km<sup>2</sup>, con un 25 % de superficie cultivable (15 % con buenas posibilidades y un 10 % que necesita de técnicas de conservación de suelos) y un 75 % de las tierras de vocación forestal.

Por su parte el Departamento de Atlántida, creado en 1902, cuenta con aproximadamente 407,551 habitantes<sup>1</sup> en una extensión de 4,362 km<sup>2</sup> y 8 municipios, limita al norte con el mar Caribe, donde se ubica el departamento de Islas de la Bahía; al sur con el departamento de Yoro; al este con el departamento de Colón y al oeste con el departamento de Cortés. Atlántida tiene como cabecera departamental a la ciudad de La Ceiba, la tercera ciudad más importante de Honduras después de Tegucigalpa y San Pedro Sula.

**Mapa 1. División municipal del Departamento de Atlántida**



Un 95% de la población del departamento son ladinos, y 5% pertenecen a otras etnias (Garifuna, Pech, Tolupanes, Miskita, Lenca, Chorti, Tawaka); se estima que un 51% de la población vive en pobreza y 24% en pobreza extrema. El ingreso mensual promedio per capita es de US \$1,190.00, se identifica un 19% de analfabetismo y un 34% de desnutrición infantil. Entre las principales actividades económicas se destacan:

- ✓ Agricultura de subsistencia
- ✓ Agricultura intensiva de palma africana, piña, sandía, plátano, cacao, bananos, cítricos, coco
- ✓ Manejo agroforestal y forestal (aprovechamiento y/o transformación)
- ✓ Ganadería extensiva/intensiva
- ✓ Pesca artesanal
- ✓ El turismo y la recreación en general
- ✓ Comercio en diversas ramas.

<sup>1</sup> SINIT, 2001 - Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2009.

Su perfil territorial se caracteriza por dos sistemas orográficos, occidental y oriental, separados por la depresión de Honduras o Graven de Comayagua. Dicho perfil es típicamente montañoso, con más del 75 % del territorio con pendientes mayores de 25 %. El 80 % de la superficie del país está entre los 600 y 2 850 m, el 15 % entre 150 y 600 m; el resto lo integran los valles bajos costeros del mar del Caribe en la región Atlántica y las llanuras secas de la costa del Pacífico.

La costa atlántica históricamente fue una zona selvática, el departamento mas desarrollado ha sido Atlántida, que cuenta con regiones diferenciadas, una llana y otra montañosa. La primera se extiende a lo largo de la costa caribeña, formando amplias y atractivas playas, y tiene como accidente costero más notable la Bahía de Tela, cuyos extremos son las puntas Sal al oeste, e Izopo al este. Son planicies aluviales estrechas, de alta fertilidad pero con riesgo de inundación, donde se cultiva banano, Piña, palma africana, cacao y pastos. Solo las grandes y medianas empresas con mas de 180 has usan en ciertas épocas riego suplementario, presurizado (aspersión, goteo, cañones y micro aspersión).

Las áreas de humedales presentan elevaciones entre menos un metro (-1) a los 20 msnm y se extienden hasta por 70 kilómetros tierra adentro sobre el Valle de Sula y los llanos en la Moskitia.

El Clima es tropical lluvioso en la llanura costera, el sistema hidrológico esta conformado por los ríos Ulúa, Leán, Cangrejal, Danto, Cuero, Salado, Papaloteca y San Juan. La Precipitación promedio anual es de 2,800 mm, por tanto periódicamente la zona atlántica es azotada por tormentas tropicales y huracanes del Caribe que provocan daños sobre los centros poblados, la infraestructura y la agricultura de la región.

La región montañosa la comprende la Sierra Nombre de Dios, en esta sobresale el Pico Bonito (2,435 msnm), el punto más alto del departamento; ambos sitios son parte de las áreas protegidas, sin embargo han sufrido un alto deterioro y presencia poblacional en sus zonas de amortiguamiento. En contraste aun se identifican diversos sitios con alto potencial turístico y algunos proyectos públicos y privados apoyan los avances ambientales que se dan con el establecimiento de fincas agroforestales.

En la vertiente del Mar Caribe o Atlántica desembocan trece sistemas de cuencas principales, con longitudes entre 550 y 25 Km cuyas cuencas representan el 82.72% del territorio nacional. Sin embargo, en el departamento de Atlántida se destacan los ríos Ulúa, Lean y El Cangrejal, todos con sus diferentes ríos tributarios. De acuerdo a ICF (Regional Atlántida, 2008) se estima que solo en departamento de Atlántida las cuencas tiene una extensión de en 5,524,534 kms de área.

**Cuadro 1. Características principales de las regiones hidrográficas de Honduras**

Cuenca	Area <sup>1</sup> (km <sup>2</sup> )	Volumen (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año)	Longitud (km)	Pendiente Media (%)
<b>VERTIENTE ATLANTICO</b>	<b>88 034</b>	<b>75 397</b>		
Río Motagua	2 141,1	2 072	-	-
Río Chamelecón	4 399,3	3 264	256	0,47
Río Ulua	21 230,6	16 959	358	0,42
Río Lean	2 161,0	Incluido en Cangrejal	71	0,85
Río Cangrejal	1 255,0	271	38	5,26
Río Cangrejal-Aguan	1 179,0	Incluido en Cangrejal	30	1,67
Río Aguan	10 386,1	7 329	275	0,47
Río Sico	7 090,8	5 908	358	0,45
Río Plátano y otros	1 248,3	3 225	115	0,61
Río Patuca	24 762,4	23 706	592	0,32
Río Guarunta y otros	5 561,0	Incluido en Kruta	110	0,32
Río Kruta	1 314,0	7 109	120	0,08
Río Segovia	5 305,2	5 554	-	-

*Fuente: FAO-2002*

Aunque el departamento de Atlántida no cuenta con los principales cuencas de la vertiente Atlántica, sin duda la posición del departamento ante el Mar Caribe, su riqueza natural y la conjugación de diferentes ecosistemas y áreas protegidas relevantes le permiten una presencia privilegiada que le da un alto potencial para la generación amplia de bienes y servicios ambientales a partir de las mismas funciones ecosistémicas existentes.

Sin embargo, falta mayor visión ambiental de región y proyectos como PROCORREDOR buscan reconstruir o mantener la conectividad de los ecosistemas, su manejo sostenible y un enfoque participativo y excluyente a diversos niveles municipales y de las áreas protegidas.

### **III. MARCO CONCEPTUAL**

Existe un marco científico y técnico que considera que los Ecosistemas naturales son un complejo sistema formado por comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos que permiten la existencia de diferentes funciones y relaciones que crean determinados atributos y potencialidades definidos como bienes y servicios que desarrolla y brindan estos ecosistemas para el uso en sus diferentes formas por parte del ser humano.

Los Ecosistemas naturales brindan diferentes beneficios a la humanidad, estos están definidos como servicios ecosistémicos los que se clasifican como:

- **Servicios de provisión:** productos que se obtienen de los ecosistemas y usados de manera directa como los alimentos, agua dulce, madera, fibra, recursos genéticos, recursos medicinales, recursos ornamentales, etc.
- **Servicios de regulación:** beneficios relacionados con la regulación de los procesos de los ecosistemas, tales como la regulación del clima, regulación de gas, de la calidad del agua, prevención de inundaciones y disturbios naturales, las enfermedades, tratamiento de desechos y la polinización.
- **Servicios culturales:** beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas a través de los servicios recreativos, belleza escénica, valores estéticos, enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, educación, etc.
- **Servicios de apoyo, soporte o directos:** que son necesarios para la producción primaria de todos los demás servicios de los ecosistemas como la biodiversidad, la formación de biomasa, producción de oxígeno, la formación y retención del suelo, el ciclo de nutrientes, el ciclo del agua, provisión de hábitat, procesos de fotosíntesis.<sup>2</sup>

**Cuadro 2. Principales Bienes y Servicios Ambientales según las Funciones del Ecosistema.**

Servicio Provisión o Uso Directo	Servicio de Regulación o Uso Indirecto	Servicio Cultural o Inmaterial	Servicio de Apoyo o soporte
Madera / Leña	Regulación Hídrica:	Belleza Escénica:	Soporte a la
Forrajes	Mantenimiento Calidad del	Turismo /	Biodiversidad:
Fibras	Agua	Recreación	Refugio de
Alimentos Vegetales	Suplidor Agua Subterránea	Conservación de	Especies en
Alimentos Animales	Protección de Cuencas	Hábitat	Extinción
Artesanía	Prevención de Inundaciones	Protección de	Formación de
Agua Potable	Protección de tormentas	Biodiversidad	suelos
Agua para Agricultura	Generación Hidroeléctrica	Educación	Retención y
Agua para la Industria	Energía Eólica	Estética	Reciclado de
Transporte Acuático	Retención de Sedimentos y	Patrimonio cultural	Nutrientes
Materiales de construcción	Control de erosión	Artística	Estética
Investigación	Regulación del clima	Espiritual	Ciclo del agua
Reproducción Especies o Hábitat	Regulación de gases:	Valor científicos	Procesos de
Biomasa	Producción de O <sup>2</sup>		fotosíntesis
Plantas Medicinales	Secuestro CO <sup>2</sup>		
Productos farmacéuticos	Polinización		
Material biológico	Control Biológico		

Fuente: Reelaborado en base a CCAD-PNUD/GEF- Proyecto para la consolidación del CBM (2002).

<sup>2</sup> Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005: <http://www.millenniumassessment.org/es/Index.aspx>



En América Central los Servicios Ambientales más promovidos y desarrollados y donde se identifican mecanismos de pago por servicios ambientales son los siguientes:

- a. **Protección del recurso hídrico, son principalmente los** servicios de las cuencas hidrográficas, que permiten la provisión de cantidades adecuadas de agua de buena calidad. Además, un buen manejo de cuencas posibilita el control hidrológico de fenómenos como inundaciones, erosión y salinización de los suelos
- b. **Biodiversidad** y los ecosistemas de soporte que facilitan los procesos que determinan y mantienen la biodiversidad en todos los niveles (paisaje, especies, genes).
- c. **Belleza escénica**, que incluye los valores estéticos o belleza del paisaje, el mantenimiento de lo que sirve como fuente de inspiración, cultura y espiritualidad, así como la comercialización en forma de ecoturismo.
- d. **Mitigación de gases de efecto invernadero**, principalmente el secuestro de carbono, que es el almacenamiento a largo plazo del carbono en la biomasa leñosa y materia orgánica del suelo.

**A nivel de Honduras** el tema de Bienes y Servicios Ambientales se han venido identificando como tales desde 1996, con la formulación de los primeros estudios de valoración económica ambiental y la identificación de los primeros sitios con esta potencialidad, por ejemplo Parque Nacional La Tigra (Francisco Morazán) y Cordillera del Merendón (Cortes). Pero es hasta 1999 en que se inicia la validación de los conceptos y los enfoques de Pago por Servicios ambientales en diversos sitios con un enfoque de manejo sostenible de los recursos hídricos y forestales. Honduras avanzo en el tema con la conformación del Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales de Honduras (CONABISAH) como instancia de incidencia y coordinación nacional en las acciones de promoción, valoración, negociación y compensación por servicios ambientales en el país. Este fue reconocido por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) mediante Acuerdo Ejecutivo No. 113-2002.

El CONABISAH brindo una amplia contribución a la elaboración y socialización de la Estrategia Nacional de Bienes y Servicios Ambientales, que fue oficializada mediante Acuerdo Presidencial No. 990-2007. La existencia de la Estrategia Nacional de BYSA apoyo la elaboración del Programa Nacional Forestal (PRONAFOR), la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y La Ley General de Aguas que incluyen como un principio el enfoque de bienes y servicios ambientales y la definición de fondos ambientales, como mecanismos de sostenibilidad ambiental.

Tanto la Ley Forestal como la Ley General de Aguas comprenden dentro de sus definiciones a los Bienes y Servicios Ambientales, estableciendo que:

**Bienes Ambientales:** *Son los productos de la naturaleza directamente aprovechados por el ser humano tales como: madera, agua, suelo, aire, flora y fauna silvestre. (Ambas Leyes)*

**Servicios Ambientales:** Son los servicios que brindan los ecosistemas a la sociedad y que inciden directa o indirectamente en la protección y mejoramiento del ambiente y por lo tanto en la calidad de vida de las personas; entre ellos: mitigación de gases de efecto invernadero, conservación y regulación hídrica para consumo humano, agropecuario, industrial, generación de energía eléctrica y turismo; protección y conservación de la biodiversidad, conservación y recuperación de la belleza escénica; protección, recuperación y conservación de los suelos. (Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre).

**Servicios Ambientales:** Son los servicios que brindan los ecosistemas a la sociedad e inciden directa o indirectamente en la protección y mejoramiento del ambiente y, al mismo tiempo general servicios útiles que mejoran la calidad de vida de las personas, entre ellos: conservación y regulación hídrica para consumo humano, agropecuario, industrial, generación de energía eléctrica y turismo; protección y conservación de la biodiversidad, conservación y recuperación de la belleza escénica; protección, conservación y recuperación de los suelos y mitigación de gases de efecto invernadero. (Ley General de Aguas).

Por su parte La Ley Forestal define a los **Pago por Servicios ambientales** como: *Es la retribución resultante de procesos de negociación, mediante los cuales se reconoce el pago efectivo y justo de los consumidores de servicios ambientales a los protectores y productores de éstos, bajo criterios de cantidad y calidad definidos en un periodo determinado.*

La Ley General de Aguas incluye el concepto de **PSA** como: *Es la retribución resultante de procesos negociación, mediante los cuales se reconoce la compensación o pago por el beneficio o utilidad que se percibe por el uso o aprovechamiento de un servicio ambiental y cuyo destino es el financiamiento de la gestión sostenible de los recursos naturales asociados a tal servicio.*

De manera general el **pago o compensación por los servicios del ecosistema** busca ofrecer un incentivo a los usuarios, poseedores o propietarios de la tierra, bosque y fuentes de agua para que no degraden los ecosistemas y sus servicios y para que más bien los protejan. Se parte de que la naturaleza proporciona beneficios individuales o colectivos, que facilitan el desarrollo de actividades económicas, sociales y culturales, formándose un mercado de intercambio de servicios ambientales a cambio de un pago o compensación como mecanismo en las experiencias de PSA.

Dentro del Inventario se parte de que en el departamento de Atlántida existe un mercado no estructurado de bienes y servicios ambientales, por tanto se identifica una **Oferta** que comprende posibles áreas o zonas con sus características propias de bienes y servicios ambientales, tipo de población ofertante, sitios con mayor potencial, contexto institucional y otras valoraciones cuantitativas y cualitativas que brindan los recursos ambientales.

Por otro lado existe una **Demanda** de bienes y servicios ambientales, que es determinada por la necesidad, capacidad y las condiciones de los posibles usuarios o consumidores, sus preferencias, épocas, descripción de su arreglo

institucional o empresarial, posibles volúmenes en corto y largo plazo, otras características cualitativas y cuantitativas que determinen el tipo de mecanismo de funcionamiento y financiamiento.

**Mecanismos de Sostenibilidad:** *Son los mecanismos para el funcionamiento de la oferta y demanda de los bienes y servicios ambientales, estableciendo el relacionamiento y los compromisos de los diversos actores, el respaldo jurídico municipal o de las leyes nacionales, la Institucionalidad que apoya este mercado, las fuentes de compensación o pago y el manejo del financiamiento ambiental, etc.*

Estos mecanismos están determinados por las tendencias en el desarrollo de las experiencias y según el tipo de bien o servicio ambiental, siendo relevantes 4 aspectos básicos: (i) del ámbito de aplicación geográfico del servicio ambiental, (ii) actores y el arreglo institucional y legal, (iii) los mecanismos e instrumentos económicos empleados y transacciones realizadas y (v) las restricciones internas o externalidades que limitan el desarrollo del mercado de tal servicio ambiental.

#### **IV. ANALISIS DE LOS PRINCIPALES BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES**

##### **4.1 Recursos Hídricos**

###### **La Oferta hídrica como eje integrador en los esquemas de BSA**

El Corredor Biológico Mesoamericano del Caribe Hondureño ha constituido una zona de gran riqueza en cuanto a la generación del servicio ambiental hidrológico, debido a las favorables condiciones de formaciones boscosas y régimen pluvial que lo caracterizan. Las fuentes de provisión de agua superficial (ríos, quebradas, nacientes y manantiales) son diversas, así mismo, el potencial de agua desde los mantos acuíferos es de gran importancia. Actualmente la disponibilidad del recurso hídrico es de valor estratégico para el abastecimiento de agua para consumo humano, turismo, hidroeléctrico y usos agro-industriales en los distintos municipios del departamento de Atlántida.

La recarga de las fuentes locales de agua depende en gran medida de la conservación y buen manejo de las áreas forestales que regulan el servicio ambiental hidrológico. En tal sentido, los bosques son ecosistemas importantes que benefician a la sociedad a través de un flujo continuo y permanente de agua. Según Constanza *et al.*, 1998, el servicio ambiental hídrico se refiere a la capacidad que tienen los ecosistemas boscosos para captar agua y mantener la oferta hídrica a la sociedad; por lo tanto está basado en la protección de los recursos hídricos, en términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, mediante un uso sostenible de acuíferos, manantiales y fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc.

La disponibilidad del recurso hídrico determina el potencial del crecimiento económico de una región o país"; y el conocimiento de esta es fundamental para la definición de estrategias de desarrollo y aprovechamiento óptimo del recurso.

## **Relación de las Funciones Ecológicas y el Servicio Ambiental Hídrico**

Los ecosistemas presentes y la disponibilidad de agua están estrechamente relacionados con la cobertura vegetal existente. Por consiguiente la distribución espacial de los árboles, estructura del dosel del bosque y otras coberturas del suelo determinan en gran medida la cantidad de agua de lluvia que puede ser retenida en el follaje antes de saturarlo. Además, el dosel del bosque funciona también como una barrera que reduce la fuerza con la que caen las gotas de lluvia, reduciendo así la erosión por impacto que puede producir una precipitación intensa.

El tipo de vegetación y su estructura determinan también la cantidad de agua que es absorbida por el suelo y luego utilizada por la planta. Así mismo, adiciona materia orgánica al suelo mineral con lo cual se mejora su capacidad de infiltración y la percolación hacia el subsuelo. Esto permite que el agua de lluvia penetre y se mueva tanto en forma lateral (flujo sub superficial) como vertical (percolación) en el suelo. La percolación permite crear acuíferos y estos a su vez mantienen el flujo base durante la estación seca. La capacidad de almacenar y transmitir agua del acuífero está en función del material geológico que lo conforma (Ej. Arcillas, arenas, gravas, arenisca, aluvión, etc.), y de la topografía (Ej. curvatura, forma, pendiente, superficie, etc.), entre otros parámetros. En general, los acuíferos formados por gravas y arenas son los más productivos en términos de rendimiento hídrico. Finalmente, la fisonomía de la vegetación es un factor determinante del microclima en el interior de un bosque, por lo cual influye directamente en la cantidad de agua que se pierde del suelo por evaporación.

La disponibilidad media anual y estacional del servicio ambiental hidrológico (oferta hídrica) en la cuenca depende en primera instancia del patrón espacial y temporal de la precipitación y en segundo lugar de la interacción con otros factores tales como el uso-cobertura del suelo (Ej. forestal, pasto, urbano, etc.), topografía, capacidad hidrológica del suelo, elevación y tamaño de la cuenca. Por consiguiente, la respuesta hidrológica de la cuenca bajo cobertura forestal debe utilizarse como referencia para evaluar el impacto hidrológico de cualquier cambio en el uso-cobertura de la tierra de la cuenca.

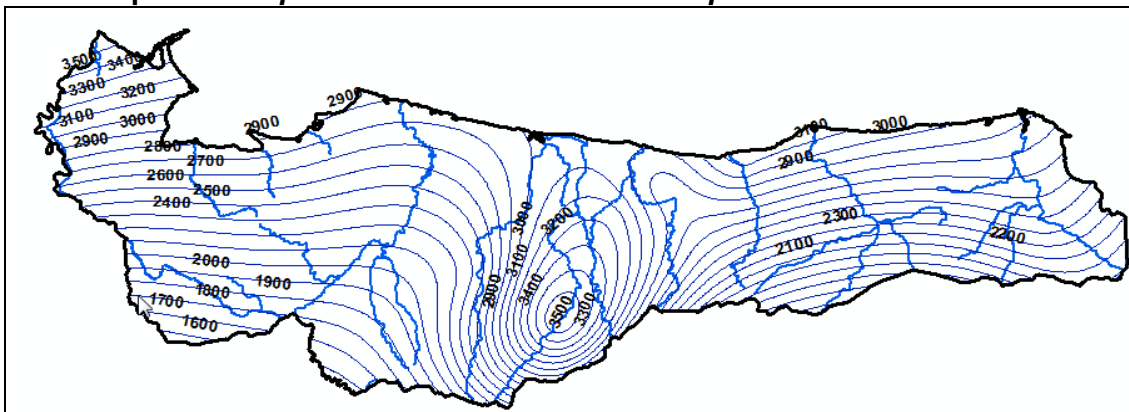
En el departamento de Atlántida se destacan como principales ríos: el Río Ulúa, que separa el Departamento de Atlántida y Cortés; el Río Lean con sus afluentes: el Río Texiguat, Ulúa y Jilamo, El Alao, Angélica y Colorado; también están el Río Danto; El Cangrejal; Bonitillo; Río de Piedras, Cuyamel y Papaloteca, El Salado, El Zacate, El Juan López, El Bonito y Río Cuero, y sus tributarios. La capacidad hídrica se ve ampliada con las diversas fuentes que se generan en las áreas protegidas, incluyendo los diferentes humedales de la región Atlántica, incluyendo 3 sitios RAMSAR.

### **Precipitación Media Anual**

El nivel de precipitación de la región Atlántica es un factor fundamental en el análisis de la oferta hídrica. Los datos de precipitación fueron tomados del mapa de isoyetas elaborado por la Dirección General de Recursos Hídricos

para la serie de tiempo 1966-1996 empleando la red de las estaciones Climatológicas que posee el país. El mapa para el departamento de Atlántida muestra que la precipitación anual varía entre 3500 a 2900 mm en la zona central, entre 3100 a 2100 en la zona este y entre 3500 y 1600 en el Oeste.

**Mapa 2. Precipitaciones Medias Anuales. Departamento de Atlántida.**



### Capacidad Hidrológica del Suelo

Para establecer la capacidad hidrológica de los suelos del Departamento de Atlántida se utilizó el mapa de capacidad hidrológica de los suelos del país. Las categorías definidas para este mapa se basan en las recomendadas por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). La metodología del USDA ordena los suelos en cuatro categorías (A, B, C y D). Según el mapa del país se observa que la clasificación del suelo en el área del departamento de Atlántida está representado por las cuatro categorías.

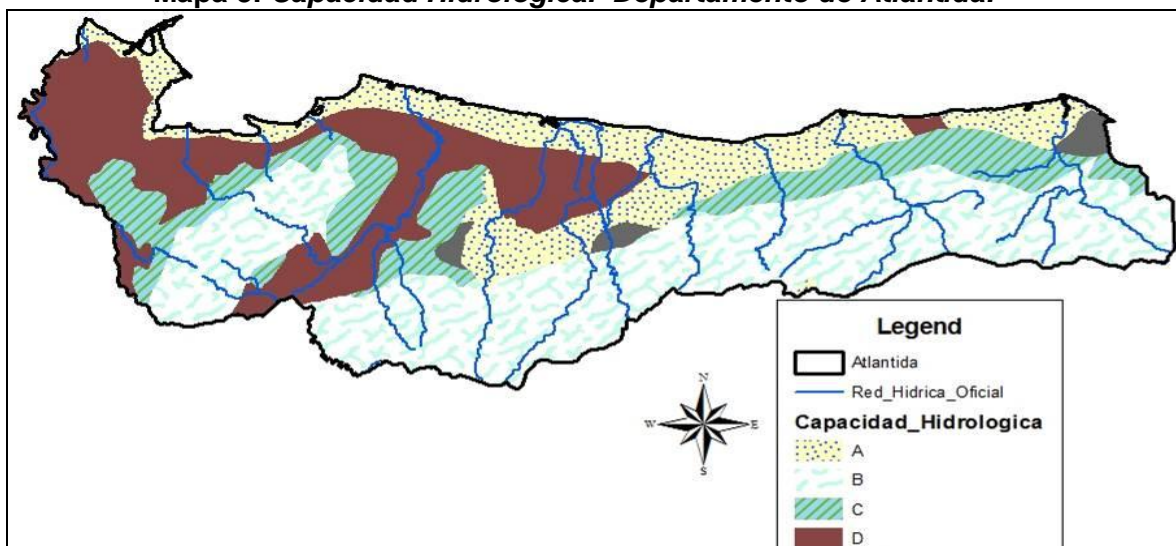
**Suelos Categoría A:** Los suelos que tienen tasas altas de infiltración aún cuando esté completamente húmedo, (bajo potencial de escorrentía), constituidos básicamente por arenas con poco limo y arcilla, lo que genera Suelos muy permeables.

**Suelos Categoría B:** Suelos con tasas de infiltración moderada cuando muy húmedos, (Moderadamente bajo potencial de escorrentía). Suelos moderadamente profundos o profundos, moderadamente bien drenados o bien drenados, suelos con textura moderadamente fina o moderadamente gruesa y permeabilidad moderadamente lenta o moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderada (Suelos que no estén en los grupos A,C o D).

**Suelos Categoría C:** Suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos, (Moderadamente alto potencial de escorrentía). Suelos que poseen un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo debido a sales o álcali o suelos con mesas moderadas. Suelos de texturas moderadamente fina y por consiguiente suelos que pueden ser pobremente drenados o moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta o muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50-100 cm).

**Suelos Categoría D:** Suelos con infiltración muy lenta cuando muy húmedos (incluye: todos los vertisoles y aquods; suelos en aquents, aquepts, aquolls, aqualfs y aqualts, excepto los subgrupos areniscos en familias francas, suelos con horizontes nátricos, suelos en subgrupos líticos con subestratos impermeables; y suelos en familias poco profundas que tienen un subestrato impermeable como la roca madre. La infiltración baja a moderadamente baja es particularmente favorable para altas tasas de escorrentía y baja recarga de los acuíferos en tales suelos.

**Mapa 3. Capacidad Hidrológica. Departamento de Atlántida.**

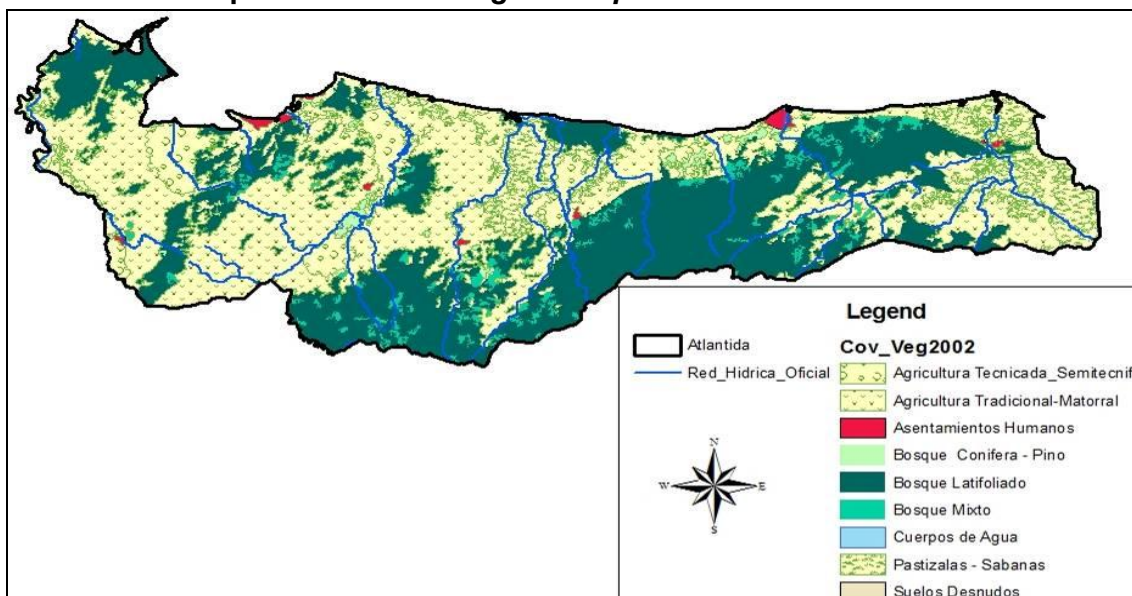


### **Cobertura Vegetal**

En el mapa de uso de suelo según AFE-COHDEFOR 2000 (ahora ICF), El suelo en general es de vocación forestal (bosque de pino ralo y en las partes altas bosque deciduos). El mapa muestra una alta intervención humana por efectos de prácticas agrícolas y ganaderas en las bases de las montañas y zonas de valle. En la parte media y alta de las montañas circundantes aún se mantiene el bosque de pino, deciduos y latifoliado, aunque se observa que existe fragmentación de los mismos por la intervención humana.

Así mismo se observa que la frontera agrícola y ganadera, así como los asentamientos humanos está avanzando paulatinamente hacia las zonas altas de montaña, incluyendo Áreas protegidas, lo que con el pasar de los años puede provocar que las condiciones de deforestación sean considerables y la fragilidad ambiental aumenten por efectos de suelos desnudos, reducción de vegetación nativa, propensión a deslizamientos y cambio climático.

**Mapa 4. Cobertura Vegetal. Departamento de Atlántida.**



Realizando un cruce entre los mapas de cobertura vegetal y el de capacidad hidrológica de los suelos presentes en esta zona, se obtienen la desagregación de áreas que corresponde a la cobertura vegetal por cada tipo de condición hidrológica de suelo que caracteriza al departamento de Atlántida.

**Cuadro 3. Cobertura Vegetal por Tipo de Capacidad Hidrológica**

Cobertura Vegetal	Área (Has) de Cobertura Vegetal por Tipo de Capacidad Hidrológica del Suelo					
	A	B	C	D	Otros	Total
Agricultura Tecnificada-	10,633		12,745	7,042		30,420
Agricultura Tradicional-Matorral	22,618	34,749	113,93	10,250		181,54
Asentamientos Humanos	1,690			1,114		2,805
Bosque Conífera - Pino	2,519	301	113	1,667		4,600
Bosque Latifoliado	9,372	7,803	131,89	17,769		166,83
Bosque Mixto	2,267	8,614	2,329	616		13,825
Pastizales - Sabanas	29,094	994	1,320	3,393		34,802
Cuerpos de Agua					1,357	1,357
Área Total de las cuencas en Atlántida	Has					436,193
	Km2					4,362

**Barbecho:** condición de recuperación que presenta el suelo después de que ha sido sometido a la tala, quema y producción agrícola de cultivos anuales.

**Bosque Coníferas:** uso compuesto por pinos de diferentes especies como la P. oocarpa, P. caribaea, P. pseudostrobus y otros de menor frecuencia.

**Bosque Deciduo:** especie leñosa que sus hojas caen durante el verano como mecanismo de defensa para el estrés hídrico, y que normalmente se establecen en áreas donde anteriormente había pino.

## **Determinación de la Oferta Hídrica Disponible por medio del Método del SCS – CN Curve**

La Oferta Hídrica fue aproximada mediante el método empleado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS) denominado como el método del “Curve Number Runoff Method”. Este método se fundamenta en la relación que existe entre la cobertura vegetal, uso del suelo y tipo de suelo para definir un Número Complejo (CN) ponderado de la microcuenca el cual es empleado para determinar la lamina de infiltración con la que se alcanza la capacidad de campo de la microcuenca. Esta lamina es luego utilizada para separar de la humedad remanente (una vez separadas la evapotranspiración) la lamina por escorrentía superficial. Para separar los aportes al acuífero y al subsuelo como flujo base se asume que los suelos tienen la capacidad de infiltrar a los estratos profundos entre 10% – 15% de la precipitación remanente.

De la combinación de los parámetros suelo y cobertura vegetal de la microcuenca se obtuvo el valor de CN mediante el cual se estima la capacidad de campo o denominada también como la infiltración potencial (S) en el suelo de la microcuenca, la expresión matemática de S es la siguiente:

$$S = (1000/CN) - 10$$

En donde:

S : Infiltración Potencial de un Suelo o Capacidad de Campo expresada en Pulgadas

CN : Numero Complejo que combina factores de suelo y vegetación para estimar la escorrentía superficial.

Para la determinación del CN se utilizó el sistema de información geográfico (SIG) en ambiente Arc View para manipular los mapas de cobertura, capacidad hidrológica de los suelos, curvas de nivel, ríos y delimitación de la microcuenca, entre otros. Con el valor del CN calculado y asumiendo que los suelos tienen una capacidad de percolación de 10% (8% que se aporta como flujo base y 2% que se aporta a la recarga de los acuíferos y otras pérdidas por transferencias) se determinaron las laminas que se captan por flujo base, recarga a los acuíferos y la escorrentía superficial como promedios diarios, mensuales y anual.

El método para la estimación de volumen de escurrimiento es el procedimiento del número de curva NRCS:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

Donde Q es escorrentía acumulada o excesiva en pulgadas de lluvia, P es la profundidad de las precipitaciones en pulgadas, y S es la infiltración potencial del suelo en pulgadas.

### **Oferta del Servicio Hídrico Disponible**

Es importante mencionar que todas las pérdidas relacionadas por transmisión que aportan agua a los acuíferos (vía precolación y flujos subsuperficiales) no



pueden ser separados directamente mediante este método. Sin embargo, se asume que entre un 10% y 15% de la precipitación total puede ser percolada por los suelos. Dado lo anterior, se ha supuesto que un 7% de la precipitación disponible después de restadas las pérdidas por evapotranspiración se percola a estratos profundos para la recarga de los acuíferos.

Los cálculos determinaron que el servicio ambiental hidrológico en el área en análisis mantiene una oferta disponible de agua superficial aproximada de 7,911,042,415 M<sup>3</sup>/año. Además, la recarga de los acuíferos se estima en aproximadamente 553,772,970 M<sup>3</sup>/año, la cual se considera como la recarga sostenible de agua subterránea en el territorio.

Esto demuestra que existe un gran potencial de agua superficial y subterránea para el abastecimiento de todos los sectores de consumo o diferentes usos en el departamento de Atlántida.

**Cuadro 4. Oferta Hídrica y Tipo de capacidad Hidrológica, Departamento Atlántida**

Cobertura Vegetal	Caudal (M3) según Cobertura Vegetal y Tipo de				
	Capacidad Hidrológica del Suelo				
	A	B	C	D	Total
<i>Agrícola Tecnificado-Semitecnificado</i>	174,465,311		16,854,173	428,377,741	619,697,225
<i>Agrícola Tradicional-Matorral</i>	843,854,751	1,063,495,142	560,425,428	970,241,808	3,438,017,129
<i>Asentamientos Humanos</i>	50,713,844		467838.0033	5,421,868	56,603,550
<i>Bosque Conífera - Pino</i>	50,852,731	5,265,794	63,974	28,962,192	85,544,691
<i>Bosque Latifoliado</i>	237,520,937	1,582,567,502	565,648,540	369,564,295	2,755,301,274
<i>Bosque Mixto</i>	24,955,698	150,510,653	61,026,545	9,416,653	245,909,549
<i>Pastizales - Sabanas</i>	245,959,142	195,948,105	49,014,847	195,641,915	686,564,009
<i>Cuerpos de Agua</i>				23,404,988	23,404,988
<b>Total cuencas en Atlántida (M3)</b>	<b>1,628,322,413</b>	<b>2,997,787,196</b>	<b>1,253,901,345</b>	<b>2,031,031,461</b>	<b>7,911,042,415</b>

### La Demanda Hídrica en el departamento de Atlántida

La demanda hídrica esta representada principalmente por el uso del agua en por diferentes sectores como ser:

- a. Domestico, incluye el uso familiar, municipal, comercial, gubernamental y turismo.
- b. Industrial, incluye agua para diferentes procesos de producción industrial y agroindustrial.
- c. Agrícola, incluye irrigación y el uso que se hace en la ganadería.
- d. Generación de Hidroelectricidad.

- **Consumo Domestico del Agua**

En base a estimaciones promedio internacionales se considera que el sector agrícola es el mayor consumidor de agua (65%), el sector industrial y comercial requiere de un 25%, mientras que el consumo humano llega a un 10% del total de agua consumida.

Por otro lado para el **cálculo de consumo de agua para uso humano** se estima que entre todas las actividades que realizamos a nivel de hogares el consumo promedio del agua es más o menos de 200 litros diarios por persona a nivel urbano y rural<sup>3</sup>. Considerando un promedio de 400,000 habitantes en el departamento de Atlántida, tendremos una demanda superior a los 80, 000,000 de litros diarios de consumo humano, equivalente a 80,000 M<sup>3</sup> / diarios de consumo, para un total anual de 29, 200,000 M<sup>3</sup>, que equivale a penas a 0.37% de la oferta hídrica estimada para el departamento.

- **Agua para riego agrícola, uso ganadero y agroindustrial**

La industria y la agroindustria precisa del agua para múltiples aplicaciones para sus procesos productivos, por ejemplo: para calentar y para enfriar, para producir vapor de agua o como disolvente, como materia prima, para limpiar o como insumo para los cultivos agrícolas. La mayor parte del agua, después de su uso, se elimina devolviéndola nuevamente a la naturaleza. Estos vertidos, a veces se tratan, pero en otros procesos el agua residual vuelve al ciclo hídrico sin tratarla adecuadamente, por tanto la calidad del agua de muchos ríos se está deteriorando y está afectando negativamente al medio ambiente.

*En el sector agrícola*, el agua como insumo es básica en el procesamiento de alimentos y las características de ella influyen en la calidad de los alimentos o productos. En la costa Atlántica del Corredor Biológico Hondureño, dadas las condiciones de altas precipitaciones anuales y por el elevado nivel de humedad que originan los diferentes ecosistemas naturales, el riego agrícola no es fundamental en los procesos, siendo usado de manera suplementaria en determinadas condiciones climáticas, pero si es usada de manera intensiva sin restricciones en diferentes procesos agroindustriales de la región.

En el departamento de Atlántida de acuerdo a las ventajas agroecológicas tiene como principales cultivos a: la palma africana (30,000 has), piña (2,800 has), cacao (1,200 has), rambután (800 has), cítricos, plátanos, yuca y en menor medida granos básicos y otros frutales tropicales; la mayoría subsisten con los niveles de agua lluvias, los microclimas húmedos y en menor medida con riego suplementario; por tanto no existe una estimación real de su demanda hídrica en base a los ecosistemas naturales de la región.

*La ganadería y sus diversos subproductos lácteos y cárnicos* es otro sector considerado como gran usuario de los recursos hídricos en sus procesos productivos primarios y de transformación agroindustrial. Atlántida, tiene una de las industrias pecuarias más importantes del país; sin embargo, las áreas destinadas a la ganadería han disminuido a unas 34 mil hectáreas. Aunque la información es insuficiente, se estiman que en Atlántida el hato ganadero puede contar con cerca de 200 mil cabezas de ganado vacuno.

Las características favorables del clima y las áreas naturales de pastos han facilitado que gran parte de las cuencas hidrográficas estén siendo utilizadas

<sup>3</sup> <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/indexh.html>. Determinación de la dotación de agua, Escuela de Ingeniería Antioquia, Colombia, 2009.

para ganadería extensiva, así como el uso importante que se realiza de los recursos acuíferos en los procesos artesanales y agroindustriales de la ganadería y la producción láctea en el departamento de Atlántida, sin existir mecanismos precisos de compensación ambiental ni experiencias amplias para establecer sistemas silvopastoriles con un enfoque de sostenibilidad ecológica.

Desde la perspectiva de los servicios de los agroecosistemas, es en el área de la ganadería y el manejo silvopastoril en donde se identifica mayor potencial para establecer ciertos mecanismos de compensación ambiental y a la vez de rentabilidad al combinarse ambas actividades; esto implica mayor investigación científica e involucrar al sector ganadero con una visión sostenible y manejo diferente de los recursos naturales de la región, considerando a la vez la crisis de la ganadería tradicional y extensiva. Ejemplos, son las iniciativas de sistemas silvopastoriles, regeneración natural, agroecoturismo, sistemas ganaderos y aves, el papel de las hormigas en la rehabilitación ecológica, la diversidad de flora y fauna en fincas, etc.

- ***Generación de Energía Hidroeléctrica***

La generación hidroeléctrica es la más eficiente forma de aprovechamiento energético, que contribuye a reducir el Efecto Invernadero ya que es un recurso que no contamina el ambiente con ningún tipo de emisiones atmosféricas (tales como ceniza, desechos ni emisiones de CO<sub>2</sub>). Por lo tanto, este tipo de generación limpia desplaza plantas de generación térmica, más contaminantes y menos eficientes en la producción energética y calidad ambiental.

Este tipo de generación es económicamente rentable y contribuye al desarrollo de comunidades que se encuentran en las áreas de influencia de los proyectos, ya que se observa que requieren mucha mano de obra y ofrecen oportunidades de empleo. Los caminos y otras infraestructuras pueden dar a los pobladores mayor acceso a los mercados para sus productos, escuelas para sus hijos, cuidado de salud y otros servicios sociales.

Este tipo de desarrollos contempla durante la construcción quizás el mayor impacto para el ambiente, que a través de adecuadas medidas de mitigación, es posible controlar. Sin embargo, cuando implementamos este tipo de proyectos es necesario establecer con anticipación medidas que contribuyan a mitigar impactos ambientales iniciales, que devuelvan al medio ambiente la garantía de permanencia de su ecosistema particular a través de acciones como pago por el recurso utilizado y labores de protección, así como garantizar el caudal mínimo necesario en el cauce aguas abajo de la Toma. Por consiguiente, dentro de las acciones prioritarias que deben llevarse a cabo están:

- ✓ Efectuar evaluaciones ambientales desde las etapas de identificación de proyectos hasta la realización rigurosa de estudios de impacto ambiental para su ejecución, que permitan efectivamente incluir la dimensión ambiental en la toma de decisiones.

- ✓ Tomar en cuenta los efectos ambientales acumulativos -en una cuenca o ecosistema - que disminuyan la viabilidad socioeconómica y biofísica de los proyectos.
- ✓ Aplicar el enfoque de cuenca y elaborar y ejecutar planes de gestión integrada de cuenca considerando la legislación forestal y de agua vigente.
- ✓ Llevar a cabo programas que permitan asegurar y mejorar la participación y el bienestar de las comunidades.
- ✓ Aplicar el pago de servicios ambientales a áreas prioritarias y estratégicas hídricas para el sector eléctrico.

#### **Cuadro 5. Tipo de Generación Eléctrica**

En la actualidad, el Estado incentiva la intervención de la empresa privada para que lidere el desarrollo, construcción y operación de los proyectos renovables de energía hidroeléctrica a pequeña escala a nivel nacional. De esta forma, se han identificado una gran cantidad de sitios potenciales en el territorio nacional donde se podría generar energía a partir de los recursos hídricos.

<b>Tipo de Planta</b>	<b>Potencia KW</b>	<b>%</b>
<b>Hidráulica Estatal</b>	<b>464,400</b>	<b>28.9</b>
<b>Térmica Estatal</b>	<b>124,600</b>	<b>7.8</b>
<i>Motor Diesel</i>	91,600	5.8
<i>Turbina de Gas</i>	33,000	2.0
<b>Hidráulica Privada</b>	<b>57,485</b>	<b>3.6</b>
<b>Térmica Privada</b>	<b>959,301</b>	<b>59.7</b>
<i>Motor Diesel</i>	828,400	51.6
<i>Turbina de Gas</i>	39,500	2.5
<i>Biomasa</i>	91,401	5.7
<b>Total</b>	<b>1,592,580</b>	<b>100</b>

Fuente: ENEE, 2010

Honduras tiene un potencial de 5,000 Mw de energía renovable, en la que se incluye biomasa, eólica e hidroeléctrica, con posibilidades de conectarse al sistema nacional de generación eléctrica, menos del 10% se está aprovechando. Solo el potencial hidroeléctrico se aproxima a unos 3,200 megavatios de energía, de los que inversionistas hondureños y extranjeros esperan desarrollar 700 megas en los próximos seis años. Un avance en este proceso es la construcción de los 47 proyectos de energía renovable -250 megavatios – aprobados en septiembre del 2010 por el Congreso Nacional.

De la oferta natural de 5,000 Mw, la demanda nacional de consumo de energía eléctrica ronda los 1,392.20 MW, la cual según la ENEE, se conforma aproximadamente de un 70 % térmica y un 30 % hidroeléctrica y otras fuentes renovables como la biomasa. Honduras puede llegar a consumir 1,800, por tanto es una solución para el 10% del crecimiento anual en que crece la demanda de energía en Honduras, y a la vez exporta, suministrando energía renovable al mercado regional por medio del Sistema de Integración Eléctrica para América Central (SEPAC).

En octubre del 2005 la Junta Ejecutiva del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), del Protocolo de Kyoto, emitió por primera vez reducciones certificadas de emisiones (RCE) o de CO<sup>2</sup> para dos pequeños proyectos del MDL emplazados en Honduras: el proyecto hidroeléctrico La Esperanza (13.5 MW) y el pequeño proyecto hidroeléctrico Río Blanco (5 MW). Por medio del proyecto La Esperanza se están vendiendo reducciones certificadas de emisiones de gases de efecto invernadero al Fondo del Carbono para el Desarrollo Comunitario (FCDC) administrado por el Banco Mundial. En esta primera emisión de certificados de reducciones de emisiones, las 2,210 RCEs es un volumen pequeño pero históricamente muy importante.

La cartera de proyectos hidroeléctricos identificados, en proceso de licenciamiento y/o en proceso de generación, cuenta con alrededor de 200 sitios para minicentrales (en la mayoría de los casos son micro-centrales a filo de agua) que ya poseen estudios de factibilidad, de los cuales 38 se encuentran ubicados en el Departamento de Atlántida, los cuales alcanzan un estimado de 152.1 MW, un potencial apreciable que reducirá la dependencia de la energía en base a combustible fósil.

**Cuadro No 6. Proyectos hidroeléctricos identificados. Departamento de Atlántida**

No.	Nombre del Proyecto	Municipio	Río Utilizado	Potencia MW
1	Proyecto Hidroeléctrico Río Ulua o Matarras	Arizona	Río Ulua o Matarras	3.5
2	Proyecto Hidroeléctrico Río Mangungo	Arizona	Río Mangungo	2.5
3	Proyecto Hidroeléctrico Río Mezapa	Arizona	Río Mezapa	9.4
4	Proyecto Hidroeléctrico Jilamito	Arizona	Río Jilamito	14.9
5	Proyecto Hidroeléctrico Texiguat	Arizona	Río Texiguat	2.5
6	Proyecto Hidroeléctrico Río Coloradito	El Porvenir	Río Coloradito	2.0
7	Proyecto Hidroeléctrico Río Perla	El Porvenir	Río Perla	6.0
8	Proyecto Hidroeléctrico Río Corinto	El Porvenir	Río Corinto	0.9
9	Proyecto Hidroeléctrico Pico Bonito I y II	El Porvenir	Río Bonito	7.0
10	Proyecto Central Hidroeléctrica San Juan	Esparta	Río San Juancito	6.2
11	Proyecto Hidroeléctrico San Juancito	Esparta	Río San Juancito	2.4
12	Proyecto Hidroeléctrico Cangrejal	La Ceiba	Río Cangrejal	50.0
13	Proyecto Hidroeléctrico La Ensenada	La Ceiba	Río Cuyamel	1.3
14	Proyecto Hidroeléctrico Cuenca del Río Viejo	La Ceiba	Río Viejo	3.8
15	Proyecto Hidroeléctrico Río La Ausencia	La Ceiba	Río La Ausencia	1.0
16	Proyecto Hidroeléctrico Río Calderón	La Ceiba	Río Calderón	1.4
17	Proyecto Hidroeléctrico Río Bulgaria	La Ceiba	Río Bulgaria	2.6
18	Proyecto Hidroeléctrico Río Blanco	La Ceiba	Río Blanco	4.0
19	Proyecto Hidroeléctrico Los Laureles	La Másica	Río San Juan	4.8
20	Proyecto Hidroeléctrico El Zapote	La Másica	Río Zapote	1.3
21	Proyecto Hidroeléctrico Río Cuyamel II	San Francisco	Río Cuyamel	3.0
22	Proyecto Hidroeléctrico Río Santiago	San Francisco	Río Santiago	2.5
23	Proyecto Hidroeléctrico Río Jimerito	San Francisco	Río Jimerito	2.0
24	Proyecto Hidroeléctrico Río Perla	San Francisco	Río Perla	7.0
25	Proyecto Hidroeléctrico Jimerito	San Francisco	Río Jimerito	3.0
26	Proyecto Hidroeléctrico Los Planes	Tela	Río Mezapa	1.5
27	Proyecto Hidroeléctrico Pajules	Tela	Quebrada Pajules	1.5
28	Proyecto Hidroeléctrico Río Plátano	Tela	Río Plátano e Inocente	2.2
29	Proyecto Hidroeléctrico San Antonio	Tela	Río San Antonio	2.1
<b>Total de la Oferta Actual de Proyectos Hidroeléctrica (Mw)</b>				<b>152.1</b>

Fuente: SERNA – ENEE, 2010.

## Potencial de Energía Hidroeléctrica en el Departamento de Atlántida

### Relación de las Funciones Ecológicas y el Servicios Ambiental

La energía hidroeléctrica es considerada un recurso renovable ya que aprovecha el ciclo natural del agua. Se genera haciendo pasar una corriente de agua a través de turbinas. La electricidad producida de esa forma depende de

la cantidad y velocidad del agua que circula a través de esa turbina cuya eficiencia puede llegar al 90%. Las plantas hidroeléctricas modernas, hacen pasar por las hélices de turbinas, las aguas de la caída y el movimiento de aquellas hace girar un el generador acoplado, produciendo electricidad. Si el agua es aprovechada directamente sin necesidad de un embalse, la Central recibe el nombre de central fluyente, Por otra parte, si hay agua, pero no una caída, se construye una represa.

La cantidad de energía que puede generar una central depende de dos factores: la distancia vertical por la que cae el agua, llamada salto, y el caudal, medido como volumen por unidad de tiempo.

La potencia de una central hidroeléctrica se mide generalmente en Megavatios (MW) y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$P_e = \rho \cdot 9,81 \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_m \cdot Q \cdot H$$

Donde:

- $P_e$  = potencia en vatios (W)
- $\rho$  = densidad del fluido en  $\text{kg/m}^3$
- $\eta_t$  =rendimiento de la turbina hidraulica (entre 0,75 y 0,90)
- $\eta_g$  = rendimiento del generador electrico (entre 0,92 y 0,97)
- $\eta_m$  = rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (0,95/0.99)
- $Q$  = caudal turbinable en  $\text{m}^3/\text{s}$
- $H$  = desnivel disponible en la presa entre aguas arriba y aguas abajo, en metros (m)

### **Determinación de la Oferta Hídrica con Potencia de Generación Hidroeléctrico**

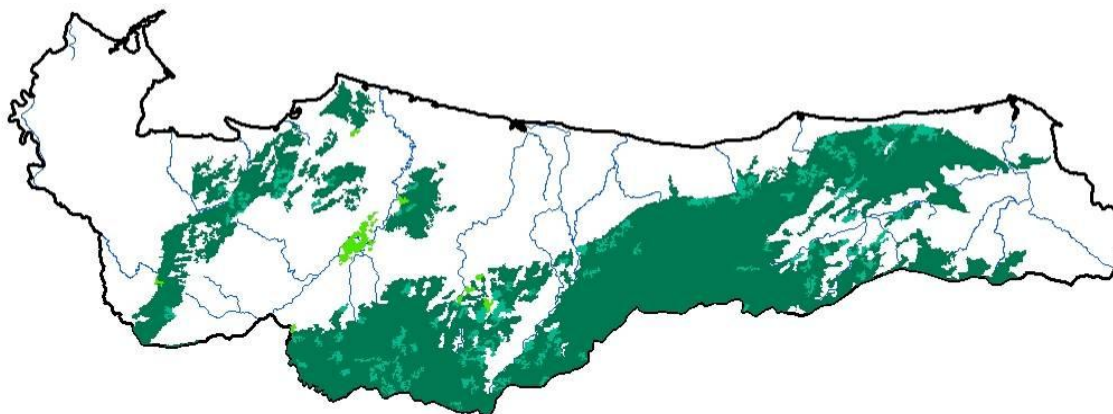
La Oferta Hídrica con el potencial de generar hidroelectricidad en el departamento de Atlántida es considerada de importancia ya que esta región cuenta con condiciones de cobertura vegetal y régimen pluviométrico favorable para mantener una oferta hídrica estable y condiciones topográficas adecuadas para la captación de agua desde las zonas altas y/o medias de las cuencas y conducir las por efecto de la gravedad dados las diferencias de altitud que genera la pendiente del cauce de las fuentes de agua. En tal sentido, las áreas con mayor potencial de generación hidroeléctrica en este departamento se concentran en las zonas con las siguientes características: Áreas con concentración de vegetación boscosa (bosque de pino, mixta y latifoliado) que poseen pendiente mayores del 15%.

Con el apoyo del SIG y utilizando la capa de cobertura vegetal, disponibles a través de la SERNA para el periodo del 2002, resulta la identificación de 159,387 has de cobertura vegetal en zonas de pendientes (el 37% de territorio de Atlántida) con la capacidad de generar una oferta hídrica, con potencial de ser utilizada en generación hidroeléctrica, de aproximada de escurrimiento anual de 2,598.7 Millones de  $\text{M}^3/\text{año}$  de agua que tienen potencial para crear el servicios ambiental de generación hidroeléctrica. Esto representa el 33% del total de la oferta Hídrica Disponible por las cuencas en Atlántida.

**Cuadro 7. Cobertura Vegetal áreas con pendientes. Departamento de Atlántida.**

Cobertura Vegetal en Pendiente >15%		Área Has
Bosque Conífera - Pino		1,970
Bosque Latifoliado		144,050
Bosque Mixto		13,367
<b>Área Total</b>	<b>Ha</b>	<b>159,387</b>
	<b>KM<sup>2</sup></b>	<b>1,594</b>

**Mapa 5. Cobertura Vegetal áreas con pendientes. Departamento de Atlántida.**



**Cuadro 8. Oferta Hídrica con Potencia de Generación Hidroeléctrico Departamento de Atlántida**

Cobertura Vegetal	Caudal (M3) según Cobertura Vegetal, Tipo de Capacidad Hidrológica del Suelo en pendiente >15%				
	A	B	C	D	Total
Bosque Conifera - Pino	27,925,158		5,265,794	463,974	33,654,925
Bosque Latifoliado	115,648,862	1,573,143,373	548,967,911	88,390,270	2,326,150,416
Bosque Mixto	23,268,053	148,939,936	58,714,633	7,926,649	238,849,271
<b>Total Cobertura (M3)</b>	<b>166,842,073</b>	<b>1,722,083,309</b>	<b>612,948,338</b>	<b>96,780,893</b>	<b>2,598,654,612</b>

#### **d. Los Humedales**

El uso racional de los humedales en sus funciones ecosistémicas se define como "el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible". Por consiguiente, la conservación de los humedales, así como su uso sostenible y el de sus recursos, se hallan en el centro del "uso racional" en beneficio de la humanidad.<sup>4</sup> Por tanto, los humedales son un factor generador de bienes y servicios ambientales, reguladores de regímenes

4 La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). <http://www.ramsar.org>

hídricos, que reflejan las interacciones entra la diversidad, la cultura y la relevancia biológica.

El Ecosistema boscoso de agua dulce, es el ecosistema de humedal más amenazado en la costa Atlántica de Honduras, debido al avance de la agricultura extensiva de monocultivos como palma africana y la piña, pero también por la ganadería, el desarrollo urbano y el turismo tradicional que causan una desintegración del ecosistema.

El bosque húmedo del departamento de Atlántida, es diverso y juega un papel fundamental como servicio ambiental de corredor biológico al vincular las zonas costeras con las áreas de cuenca alta. De igual manera, es proveedor de servicios ambientales diversos como el aporte de materiales húmicos y nutrientes a los sistemas lagunares, ya que gran parte de su cuenca de captación está dominada por sabanas y bosques de pinos, pobres en nutrientes.<sup>5</sup>

Honduras cuenta con seis sitios RAMSAR, que suman más de 223,500 hectáreas, que a la vez forman parte de los humedales y del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAPH), dentro de estos sobresalen 3 sitios de humedales que se ubican en el departamento de Atlántida:

1. Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Sitio RAMSAR, No.619. 23 junio de 1993. *15°45'N 087°02'W. Como humedal marino costero, comprende remanentes de humedales boscosos de agua dulce, humedales con vegetación emergente y esteros con manglares.*
2. Parque Nacional Blanca Jeannette Kawas Fernández, Sitio RAMSAR, No.722. 28 de marzo 1995. *15°51'N 087°40'W. Con una diversidad de manglares, bosque húmedo y una serie de ríos y lagunas importantes.*
3. Parque Nacional Punta Izopo, Sitio RAMSAR, No.812. 20 de marzo de 1996. *15°44'N087°21'W. Con humedales de aguas marinas someras permanentes, costas marinas rocosas y Arrecifes de coral.*

*Un cuarto sitio* de relevancia dentro de los humedales del departamento de Atlántida esta el sistema de humedales de la **Laguna de Cacao**, como parte de los departamentos de Atlántida y Colon, entre los municipios de la Ceiba, Jutiapa y Balfate. La laguna El Cacao y La laguna El Cuatro, forman uno de los humedales de mayor importancia en Atlántida por su diversidad de usos, incluyendo el ecoturismo. Antiguamente en la laguna de El Cacao funcionó un muelle para embarcar la producción bananera durante el apogeo de la Standard Fruit Company.

Los ríos que drenan sobre la planicie costera y el humedal El Cacao, nacen en la cordillera Nombre de Dios, estos junto a las costas, playas, barras de arena, bocas estuarinas, humedales boscosos, bosque pantanoso y manglares fortalecen la diversidad biológica y permiten la belleza escénica formando parte de la oferta turística del Parque Nacional Nombre de Dios.

---

5 Inventario Nacional de Humedales de la república de Honduras, USAID MIRA – SERNA, 2009.



## 4.2 Belleza Escénica

### ***Mercados de belleza escénica***

Los mercados de belleza del paisaje son los menos desarrollados en materia de servicios ambientales, a pesar de que existe una demanda importante a nivel nacional e internacional para estos servicios. El ecoturismo es, potencialmente, uno de los principales beneficiarios y, por tanto, los principales demandantes de servicios de belleza escénica. Los principales oferentes de estos servicios, son las áreas protegidas o los sitios de protección del patrimonio natural o cultural. Estos servicios, sin embargo, son crecientemente ofrecidos por las comunidades locales y los pueblos indígenas, ya que el concepto de belleza puede también incluir las prácticas culturales, los usos tradicionales del suelo o características arquitectónicas.

El estudio de Landell-Mills y Porras (2002) incluyó 51 experiencias de pagos por belleza del paisaje y concluyó que este mercado no está aún maduro y enfrenta importantes restricciones, entre ellas la falta de voluntad de la industria de ecoturismo a pagar por la oferta de dichos servicios, además de la carencia de mecanismos complejos de pago.

Por su parte, Honduras para 2008<sup>6</sup> tenía en el Turismo como tercer lugar de divisas externas (9.1% de las exportaciones) después del banano y el café, lo que se refleja en más de 1.5 millones de visitantes en el año, de los cuales 900 mil fueron turistas directos de más de 1 día de visita y gasto promedio superior a \$600 por visita en el país. A pesar de la amplia belleza escénica hondureña el país ha venido ocupado el 5to lugar en movimiento turístico en América Central

En el contexto nacional el departamento de Atlántida, después de Francisco Morazán y Cortes, es el mayor receptor de turistas o visitantes internacionales, así como con la mayor capacidad de oferta turística de servicios instalada en el país, lo que se refleja en más de 800 establecimiento dedicados al turismo de los cuales 60% se ubican en La Ceiba.<sup>7</sup> Sin duda todo esta dinámica turística es consecuencia de contar con alta diversidad de ecosistemas naturales que permiten uno de los corredores más completos en belleza escénica.

Atlántida está incluido dentro de la Estrategia Nacional de Turismo Sostenible, en la denominada zona prioritaria de desarrollo de corto plazo definida como *Caribe Esmeralda*, que va desde la ciudad de Tela hasta la ciudad de Trujillo, dentro de Corredor Biológico Hondureño. Se establece además, que en la zona debe existir un empoderamiento del concepto de Geoturismo e impulsar el desarrollo del Ecoturismo como actividad complementaria en el Caribe Esmeralda.

***El Departamento de Atlántida*** con 7 Áreas Protegidas, incluyendo 3 Sitios Ramsar y con La Ciudad de La Ceiba catalogada como la capital turística, sin duda es el centro del polo turístico más importante de Honduras, contando con

<sup>6</sup> Secretaria de Turismo e Instituto Hondureño de Turismo / Banco Central de Honduras, 2008.

<sup>7</sup> [http://www.iht.hn/files/boletin\\_estadisticas\\_turisticas\\_2004\\_2008.pdf](http://www.iht.hn/files/boletin_estadisticas_turisticas_2004_2008.pdf)

una diversidad de opciones de recreación y turismo a partir de la biodiversidad y los servicios ambientales de los ecosistemas naturales.

Sin embargo, son limitantes al turismo los acelerados procesos en el uso de los recursos naturales sin una visión sostenible, carencia de planificación territorial, respeto a la legislación ambiental y forestal. A este se suma la creciente contaminación ambiental desde la agricultura, ganadería, agroindustria, manejo de aguas servidas, desechos sólidos, actividades marinas y portuarias entre otros problemas, que afectan la calidad de la oferta de belleza escénica y turismo, incluyendo la baja capacidad de infraestructura y servicios de la mayoría de las Áreas Protegidas del departamento de Atlántida.

### **Servicios de la belleza escénica**

En la región Atlántica, existen las mejores condiciones naturales para que prevalezcan las actividades de recreación y turismo de sol y playa, las cuales son complementadas con otras actividades como: El ecoturismo de aventura, senderismo, montañismo actividades científicas y de investigación, observación de especies, deportes acuáticos, buceo, reality show, canopy, rafting, kayak, cabalgata; a lo que se suma la creciente actividad de transporte acuático y visita de cruceros.

La implementación del Ecoturismo es una de las alternativas para combatir el deterioro ambiental, si existen mecanismos que se orienten a lograr la protección y conservación de los recursos de las comunidades. El Ecoturismo identifica a las comunidades como los principales actores u ofertantes de la actividad ecoturística. En el departamento de Atlántida la intensidad de uso turístico de los sitios naturales actualmente es baja en proporción a la oferta que brindan los ecosistemas, principalmente con la existencia de tantas aéreas protegidas y humedales en un solo territorio, que además esta ubicado estratégicamente en las costas del Mar Caribe.

Se prevé que la demanda en función de Belleza Escénica pueda incrementarse con la implementación de estrategias de Turismo, Ecoturismo, Geoturismo y todos los procesos que apoya actualmente el proyecto PROCORREDOR, principalmente en las Áreas Protegidas y en las iniciativas comunitarias en los municipios. Esta identificación y promoción de la demanda basada en los servicios ambientales implica mayores esfuerzos de mercadeo, planes de manejo, planes de uso ecoturístico y apoyo de las iniciativas locales por parte de las instancias gubernamentales y privadas.

En el *Cuadro 9* se identifican algunos de los principales sitios de la *oferta turística y ecoturística* que descansa en los servicios de belleza escénica y biodiversidad que brindan los diversos ecosistemas del departamento de Atlántida.

**Cuadro 9. Principales sitios de Oferta Turística en el Departamento de Atlántida**

Nombre del sitio	Ubicación	Servicios Ofrecidos
Río María	8 Km de La Ceiba para su deleite, esta pequeña aldea se encuentra muy cerca de las playas de Perú, sobre la carretera que va a Trujillo.	Para llegar se camina unos 45 minutos en un ambiente de selva húmeda por veredas a lo largo del río, se disfruta de una serie de pozas con agua cristalina y fresca con lugares para hacer picnic o para disfrutar de la naturaleza.
Balnearios Los Chorros	A pocos metros de la carretera de La Ceiba a Trujillo,	Turismo recreativo
<b>Rafting (canotaje) y Canopy en el río Cangrejal</b>	<b>El río Cangrejal a 45 minutos del centro de ciudad de La Ceiba</b>	<b>Una de las mejores aguas blancas para rafting le ofrece rápidos de clase 2, 3 y 4 todos y como si esto fuera poco se le puede agregar Pico Bonito un parque con 7 diferentes ecosistemas todo ello por el cambio de altitud por la parte este del río. Se realiza Canopy desde las copas de los árboles.</b>
<b>Museo de Mariposas y otros insectos</b>	<b>Col. El Sauce, Municipio de La Ceiba, Atlántida.</b>	<b>Turismo Científico y Educación ambiental. Más de 11,000 ejemplares de mariposas y otros insectos de Honduras y 40 países. Ejemplares grandes y brillantes. Vídeo sobre trampas de mariposas, microscopios portátiles, posters del proceso de captura y conservación.</b>
<b>Granja de Mariposas</b>	<b>Faldas del Pico Bonito, en el Lodge at Pico Bonito, a unos 10 Kilómetros al Occidente del Aeropuerto Golosón (Comunidad de El Pino).</b>	<b>Finca de cacao y café, con casa de las mariposas multicolores con unas 40 especies diferentes.</b>
Comunidades Garífunas de Corozal y Sambo Creek, Las Playas de Perú,	Aldeas ubicadas a orillas del Mar, a unos 20 km. al este de La Ceiba, sobre la carretera a Trujillo.	La principal actividad comercial es la pesca y comidas típicas. El turismo es una alternativa en la generación de ingresos. Además, deportes acuáticos y el servicio hídrico.
El proyecto "Bahía de Tela". Los Micos Beach & Golf Resort	En el Parque Nacional Jeannette Kawas, con 312 has, Tela, Atlántida	El proyecto (Decreto 267003) contempla la construcción de 4 hoteles de 4 y 5 estrellas, 256 villas residenciales, un campo de golf de 18 hoyos, un club hípico y Marina con un centro comercial, por un valor de US\$ 133 millones, con una 1era etapa de US\$ 43 millones. El área relativa al proyecto Los empresarios tendrán un 51 % de las acciones del proyecto y el 49 % lo mantendrá el Estado. El Gobierno transferirá en un periodo de hasta 3 años un terreno adicional de 500 has.
Aldeas Garífunas: Río Tinto, Miami, Tornabé, San Juan, La Ensenada y Triunfo de la Cruz.	Municipio de Tela, Atlántida	Turismo de playa, comida típica y cultura garífuna, observación de especies,
<b>Parque temático Swinford.</b>	<b>Barrio Mazapán, La Ceiba, Atlántida, en las instalaciones de la empresa Standard Fruit Company.</b>	<b>Servicios turísticos y recreación. Alberga una parte histórica de la ciudad de La Ceiba. Donde se pueden encontrar vagones de ferrocarril, una antigua locomotora a vapor, esculturas de animales y una variedad de plantas tropicales.</b>
Laguna de Zambuco vida silvestre,	Los humedales de Sambuco y el Río San Juan. Comunidades garífunas de Nueva Go, Rosita y Cayo Venado, Esparta, Atlántida	Iniciativa de ecoturismo, MUTU (pueblo) buscan construcción de albergues intercomunicados por senderos. Protección de biodiversidad, Vida Silvestre y zona de interconexión entre Cuero y Salado con Punta Hisopo.

Nombre del sitio	Ubicación	Servicios Ofrecidos
3 nacimientos de Aguas Termales	Comunidades de La Presa, Los Chorritos y Agua Caliente. Municipio de La Másica.	Ecoturismo recreativo y Medicina Natural por medio de hidroterapia.. Participación Patronato de Aldea agua caliente.
Balneario La Tecas	Las Cumbres, La Másica.	Ecoturismo y Balneario. Riqueza biológica y sistemas agroforestales del trópico húmedo.
<b>Laguna del Cacao, Parque Nombre de Dios</b>	<b>24 km al este de La Ceiba. Entre los municipios costeros de la Ceiba, Jutiapa y Balfate</b>	<b>Rodeada por manglares, se realizan actividades ecoturísticas, observación de especies animales (aves, monos, etc.). Se realizan Reality show de televisoras europeas</b>
<b>Parque Nombre de Dios</b>	<b>Al norte mar Caribe y Cayos Cochinos; al sur y al oeste por una transición de humedal a zonas agrícolas y ganaderas, incluyendo fincas de Palma Africana y áreas de desarrollo turístico y urbano, al este con el Río Balfate.</b>	<b>Ríos que drenan sobre la planicie costera y humedales. Bosque de manglar y Material biológico de la flora. Hábitat de especies en extinción y corredores naturales. Producción y regulación hídrica, regulación de gases, Turismo de aventura, científico y Ecoturismo. Existe la Fundación Parque Nacional Nombre de Dios (FUPNAND) que apoya diversas actividades en función de servicios ambientales.</b>
<b>Parque Nacional Pico Bonito</b>	<b>Municipios de La Ceiba, Jutiapa, El Porvenir, Esparta, La Masca, San Francisco y Tela (Atlántida) y municipios de Arenal y Olanchito (Yoro).</b>	<b>Zonas destinadas para belleza escénica y turismo. Diversos tipos de bosque tropical húmedo y seco, diversidad biológica y exótica: flora y fauna según altitud del terreno. Caídas de agua. Existen paquetes turísticos, para realizar giras de tipo aventura, recreativo, educativa y científica dentro el parque.</b>
<b>Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado,</b>	<b>Desembocadura ríos Cuero y Salado, mas 15 ríos de la Cordillera Nombre de Dios. A 17 Km. de La Ceiba, sobre la carretera a Tela. Aldea La Unión, Municipios de El Porvenir, La Másica, San Francisco y Arizona.</b>	<b>Zonas destinadas para turismo por medio de giras recreativas, educativas y científicas dentro el parque. Visitantes: centros educativos, turismo nacional, europeo y norteamericano.</b>
Parque Nacional Punta Sal (Península y Laguna Micos)	Al oeste de la Bahía del municipio de Tela	Paquetes turísticos y Visitas programadas en lanchas, recorrido a la playa, jungla exótica, río de coral, laguna Micos, manglares, observación de la flora y fauna de la zona. Publico nacional e internacional
Parque Nacional Punta Izopo,	Cercana a la comunidad Triunfo de la Cruz, al este de Tela, abarca municipio de Arizona.	Dentro del parque, en las zonas destinadas para turismo para realizar giras de tipo turísticas, educativas y científicas e base a al flora y fauna silvestre. Esta área protegida recibe turistas europeos.
Jardín Botánico y Centro Experimental de Lancetilla, Tela	Áreas de Arboretum y Reserva Biológica. Con un área superficial de 19.6 km <sup>2</sup> .	Alberga 1.200 especies distribuidas en 306 géneros y 117 familias, de los cuales el 60 % son exóticas y el 40 % especies nativas. Existe presencia de visitantes permanente que ingresan al área según tarifas establecidas y paquetes turísticos. Giras educativas y científicas dentro del arboretum.
<b>Turismo de playa</b>	<b>Diversas playas del mar Caribe en diferentes municipios de Atlántida. La Ceiba, El Porvenir, Corozal y Sambo Creek, Tela, Triunfo de La Cruz y otras.</b>	Atracción turística de playa, recreación, comida típica y observación de especies naturales. Convivencia con poblaciones garífunas que conservan su lengua y cultura afrocaribeña.

### 4.3 Biodiversidad

Según el Convenio de Naciones Unidas sobre conservación y Uso sostenible de la diversidad Biológica, se define Biodiversidad como *“La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”*.

La biodiversidad comprende una variedad de ecosistemas, con sus especies de flora y fauna, y las diferencias dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones y con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta tierra.

#### **Mercados de Servicios de Biodiversidad**

Hay mercados de servicios de biodiversidad en los ámbitos local, nacional e internacional y pueden, por tanto, ser similares a los mercados de carbón o de cuencas hídricas, o una mezcla de ambos. La gran variedad de mercados de biodiversidad genera una multiplicidad de demandas que aumentan la complejidad de la creación del sistema de compensación ambiental. Al igual que en el caso de los servicios de cuenca hídrica, los servicios de biodiversidad no se venden de manera directa. Se venden, por el contrario, usos de suelo específicos que se considera protegen a las especies, los ecosistemas y la diversidad genética.

La demanda y los usos de conservación de la biodiversidad es principalmente global, aunque en ocasiones resulta local, y los principales comparadores son organizaciones internacionales, fundaciones y ONG de conservación. Las empresas farmacéuticas participan también en este mercado. El valor de los servicios de conservación de la biodiversidad es difícil de fijar. Por ejemplo, algunos servicios derivados de la biodiversidad, entre ellos los que surgen de la bioprospección, se valoran según las opciones de descubrimientos futuros, contexto en el que resulta difícil valorar los servicios y ajustar la demanda con la oferta.

El estudio sobre Diversidad Biológica de Honduras evidencia que la riqueza del país conocida hasta la fecha representa el 2,5% de la flora mundial. Existen 7,524 especies de plantas vasculares registradas en Honduras, de las cuales 244 se consideran endémicas o de distribución limitada y 35 se consideran amenazadas. La lista de aves cuenta 718 especies, de las cuales 59 están bajo amenaza nacional y 5 están en la lista de especies bajo amenaza de la IUCN. Existen 228 especies de mamíferos incluyendo 6 endémicas y 19 especies bajo amenaza. Existen 211 especies de reptiles incluyendo 15 lagartijas y 111 anfibios incluyendo 36 endémicos. Existen 2,500 especies de insectos incluyendo 14 endémicos y un total de 672 especies de peces<sup>8</sup>

---

8 Vreugdenhil et al., 2002; SERNA/DiBiO, 2001.

## Los servicios ambientales en la Biodiversidad de Atlántida

La biodiversidad en el departamento de Atlántida desempeña un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas y en los servicios que proporcionan a la humanidad, lo que está determinado por las características ecológicas de las especies más abundantes, y no por el número de especies.

Se estima que la cantidad de especies es alta, más de 1,387 especies, debido a la variación de ecosistemas y a la densa vegetación tropical de la región. Esta diversidad incluye especies de nutrias, venados, tepezcuintles, guatusas, dantas, monos aulladores, monos cara blanca, pizotes, cocodrilos y caimanes. Además, se han identificado cientos de especies migratorias y especies marinas como manatíes y tortugas dieron con las condiciones adecuadas para su refugio y reproducción.<sup>9</sup>

Por ejemplo, *El Parque Cuero y Salado* proporciona protección a unas 35 especies de animales, incluyendo manatíes, jaguares, monos cara blanca y otras especies de monos, lagartos y más. El área es rica en aves con unas 198 diferentes especies que representan un 28% del total de especies de aves de Honduras y además monos cara blanca, venados, olingos, pizotes, jaguares, tortugas, víboras, peces, etc. En la zona habita y se preserva el manatí, mamífero en vía de extinción que vive en las cálidas aguas y entre las raíces aéreas de los manglares de este lugar.

La costa Caribe con 671 km de playa, lagunas costeras, manglares y más de doscientos islotes y cayos que forman parte del sistema arrecifal mesoamericano, que cuentan con una rica flora natural y proveen hábitat a una diversidad de especies en agua dulce y marina, como formas de vida que contribuyen con la existencia del principal servicio ambiental como es el turismo, además de la contribución a la pesca artesanal y deportiva.<sup>10</sup>

Las costas del Caribe Hondureño también son parte de la diversidad cultural que proporcionan las 15 comunidades garífunas del departamento de Atlántida con unos 25 mil habitantes, con apenas unas 4,500 has legalizadas por parte del INA; de esta población garífuna vive en el municipio de Tela aproximadamente el 50%. Manteniendo prácticas ancestrales con aspectos modernos por la influencia actual de las comunicaciones, la migración y la educación. En las comunidades se destaca la pesca artesanal como factor de vida de las comunidades garífunas, pero con efectos en los recursos marinos.

Otros ejemplo, es un proyecto desarrolla en la zona de amortiguamiento de la *Parque Nacional Jeannette Kawas* en la comunidad garífuna de Tornabe, promoviendo el uso de los recursos de forma sostenible, en esta caso ante la pérdida que se dio los cocoteros por amarillamiento letal. Surgió como alternativa de subsistencia un proyecto de La Cooperativa Unión Tornabeña formada por pescadores y vendedoras del producto, integrada por 10 mujeres y 23 hombres, en su mayoría garífunas. El proyecto buscó fortalecer las

---

9 CCAD, 2005.

10 USAID MIRA, 2009.

capacidades y equipos de la Cooperativa, ejercer la actividad pesquera en los bancos de la bahía y se busca promover el mercadeo sostenible de la pesca artesanal y desarrollar campañas de educación ambiental y proteger la biodiversidad del Parque Nacional Jeannette Kawas.

### **Áreas Protegidas de Atlántida**

En los ecosistemas del departamento de Atlántida se identifican 8 Áreas Protegidas <sup>11</sup> con una extensión de 251.53 km, clasificadas de acuerdo a las categorías de manejo siguientes: 5 Parques Nacionales, 2 Refugio de Vida Silvestre y 1 Jardín Botánico. Este departamento es el de mayor cantidad de áreas protegidas y sitios RAMSAR en el país, por tanto la mayor fuente de biodiversidad demandada para diversos usos humanos.

Solamente en el Municipio de Tela se encuentran tres áreas protegidas declaradas legalmente y que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP): El Jardín Botánico Lancetilla Administrada por ESNACIFOR, Parque Nacional Jeannette Kawas (Punta Sal) y Parque Nacional Punta Izopo, administrados por la Fundación PROLANSTATE y, físicamente son las que le dan la forma a la Bahía de Tela.

La distribución y localización de las áreas protegidas es de la siguiente manera:

1. Parque Nacional Jeannette Kawas- Punta Sal con una área de 79,381.78 ha, localizados en los municipios de Puerto Cortes y Tela.
2. Parque Nacional Punta Izopo con un área de 18, 584.54 ha, localizado en los municipios de Tela, Arizona y Esparta.
3. Parque Nacional Pico Bonito- con una área de 107,107.45 localizados en los municipios de La Másica, San Francisco, El Porvenir y Ceiba en el Departamento de Atlántida, y Olanchito en el Departamento de Yoro.
4. Parque Nacional Nombre de Dios con una área de 30,311.81 localizados en los municipios de La Ceiba y Jutiapa.
5. Parque Nacional Marino Cayos Cochinos con un área de 48,925.22 ha, localizado en el municipio de Roatán del Departamento de Islas de La Bahía, pero con convenio de co-manejo suscrito con la Alcaldía de Jutiapa.
6. Refugio de Vida Silvestre Texiguat con una área de 33,267.16 ha localizados los municipios de Arizona, Esparta y La Másica en el Departamento de Atlántida y Yoro en el Departamento de Yoro.
7. Refugio de Vida Silvestre- Barra de Cuero y Salado con una área 13,027.00 ha localizados en los municipios de Esparta, La Másica, San Francisco y El Porvenir.
8. Jardín Botánico Lancetilla- con una área de 2,255.31 ha localizado en el municipio de Tela.

---

11 SINAPH – ICF.

Mapa 6. *Áreas Protegidas de Atlántida*



En todos los municipios cubiertos por los Parques Nacionales y Refugios de Vida Silvestre, confluyen diversas fuentes de riesgos, destrucción y conflictos potenciales que afectan la biodiversidad de la región; en Atlántida fundamentales son la creciente tala del bosque natural, el tráfico ilegal de madera y la destrucción de las fuentes de agua en las cuencas hidrográficas y los humedales naturales, por tanto la potencialidad de oferta en Biodiversidad es cada vez menor en el departamento y la principal fuente de bienes y servicios ambientales subsiste en las áreas protegidas.

El Corredor entre la Zona de Pico Bonito Texiguat (PIBOTEX), que comprende entre la parte alta de la Cuenca de los ríos Cuero y río San Juan, y constituida por las áreas protegidas: Parque Nacional Pico Bonito y el Refugio de vida silvestre Texiguat, actualmente presenta serias amenazas y presiones humanas. Se dan daños ambientales por deforestación para el establecimiento de agricultura tradicional en laderas, ganadería extensiva, asimismo aprovechamiento forestal ilegal en gran escala, actividad que es frecuente en la Zona. Las condiciones edáficas son idóneas para la adaptación del pasto brachiaria en la parte alta, lo que fomenta aun más la ganadería en la Zona.<sup>12</sup>

El limitado desarrollo de los servicios ambientales en las áreas protegidas tiene que ver también con factores de escasa inversión y compensación ambiental, así como aspectos estructurales de ordenamiento territorial, cumplimiento de los planes de manejo, limitada participación de las comunidades, establecimiento de infraestructura de atención, definición de senderos y otros aspectos de cultura y formación humana para el desarrollo de estos servicios.

<sup>12</sup> FUPNAPIB, 2004.



#### **4.4 Bienes y Servicios forestales**

Existe una alta relación entre biodiversidad y bosques, sin embargo en Honduras los ecosistemas que permiten estos servicios ambientales, se encuentran bajo una alta presión debido a la deforestación, por el crecimiento de las áreas agrícolas fronterizas de zona húmeda, la extensa cría de ganado que provoca erosión y sedimentación, y el descombro especulativo de las áreas naturales tierra para otros usos, incluyendo el manejo desordenado de la tierra y el agua.

Según el *Programa Nacional Forestal 2004-2021*, anualmente se pierden entre 80,000 y 100,000 hectáreas debido a la tala ilegal, los incendios y al ampliación de la frontera agrícola. Si bien el aporte de los recursos naturales al PIB ha disminuido en gran proporción en los últimos 30 años, la población aún es altamente dependiente del uso de recursos naturales.

El territorio de Honduras posee más de 50% de cobertura boscosa con diferentes grados de conservación. Los tres principales ecosistemas boscosos son el Bosque latifoliado, el Bosque de Coníferas y los bosques de Mangle. Por su parte, históricamente las cuencas de los ríos del departamento de Atlántida tenían como cobertura vegetal el bosque latifoliado (húmedo, muy húmedo) con ecosistemas bien diferenciados; manglares, humedales y bosque tropical húmedo. Su zonificación siempre estuvo bien definida en estos tres ecosistemas.

Posterior a la presencia de las compañías bananeras y ahora las grandes extensiones del cultivo de la palma africana y la piña, además de la creciente migración población del resto de departamentos del país, a ocasionado que el departamento de Atlántida sufrió importantes modificaciones de uso del suelo pero, ampliándose la ganadería intensiva y extensiva, el avance en la siembra del cultivo de palma africana y la considerable ampliación en la zonificación de áreas urbanas de la ciudad de La Ceiba y el resto de cabeceras municipales y aldeas más pobladas, incluyendo las comunidades costeras.

#### **Ecosistemas de Bosque Latifoliado. Comunidades con potencial.**

##### **Perfil del bosque y los recursos**

El Bosque Modelo Atlántida (BMA) incluye todo el Departamento de Atlántida, integrando una serie de organizaciones que impulsan el desarrollo a través de un uso adecuado de los recursos naturales. En la costa Atlántida predominan las playas y áreas pantanosas junto al Mar Caribe en tanto que el interior es más abrupto, coincidiendo con la Sierra Cordillera Nombre de Dios. En la zona se encuentran 13 tipos de ecosistemas naturales, predominando el sistema agropecuario y el bosque tropical latifoliado caracterizado por su alta biodiversidad de flora y fauna.

En el Bosque Modelo se encuentran más de 200 especies maderables tradicionales y no tradicionales, incluyendo algunas de alto valor como la Caoba, Cedro y Redondo . En cuanto al aprovechamiento forestal sostenible se cuenta con las siguientes características:

- 18 grupos forestales organizados y activos con 9,415.2 has en concesión, autorizadas para aprovechar 10,897 metros cúbicos.
- Diversos aprovechamientos privados bajo plan de manejo
- Certificación de grupos forestales por SmartWood - FSC
- Certificación de plantaciones forestales en coordinación con FHIA
- Mayor difusión y utilización de especies no tradicionales
- Determinación de una Zona de Desarrollo Forestal Sostenible entre Atlántida-Colon<sup>13</sup>

La población rural del Litoral Atlántico depende de los servicios ambientales proveídos por el bosque latifoliado, no solo en función de la producción de agua y tierras fértiles para producir alimentos, sino que también un alto porcentaje de la población depende del recurso forestal, principalmente por medio de la producción de madera bajo planes de manejo, la elaboración de productos artesanales no-maderables provenientes del bosque, y el desarrollo de empresas eco-turísticas locales.

En Atlántida hay una serie de organizaciones que impulsan el desarrollo del concepto de Bosques Modelo, entre estas podemos mencionar:

- Instituto de Conservación Forestal (ICF)
- Asociación Nacional de Productores Forestales (ANPFOR/COATLAHL)
- Asociación de Ganaderos y Agricultores de Atlántida (AGAA)
- Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA)
- Mancomunidad de los Municipios del Centro de Atlántida (MAMUCA)
- Municipios de La Ceiba, Tela y Jutiapa
- Red de Manejo del Bosque Latifoliado de Honduras (REMBLAH)
- Red Hondureña de Desarrollo Sostenible (REHDES)
- Fundación Madera Verde

**Cuadro 10. Área forestal por tipo de Bosque. Atlántida**

Actividad	Has. Uso	Has %
Bosque Latifoliado	169,593.73	
Bosque Mixto	13,784.81	
Bosque de Conífera (pino)	4,410.53	
<b>Uso Forestal</b>	<b>187,789.07</b>	

Fuente: Plan de Desarrollo Forestal Zonal del Departamento de Atlántida. AFE-COHDEFOR 2006.

13 Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de la región Atlántica (ICF), junio 2009.

## 4.5 Secuestro o captura de Carbono

### Que es el Servicio Ambiental de Captura de Carbono

Uno de los gases más importantes que influye sobre el cambio climático global es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Su emisión a la atmósfera ha aumentado significativamente en las décadas recientes debido a la utilización a gran escala de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón, la gasolina, el gas natural, entre otros. Aunque también tiene una importante cuota de responsabilidad, las prácticas de uso de la tierra que revierten el carbono acumulado en los bosques y en los suelos. El CO<sub>2</sub> que tomo muchos años para ser capturado y almacenado en troncos y ramas de árboles en los bosques puede ser liberado en la atmósfera, por incendios forestales; manejo inadecuado de los bosques; cambios en los usos de suelo; plagas y enfermedades vegetales; y por efectos del calentamiento global. De tal manera, el CO<sub>2</sub> regresaría a la atmósfera empeorando la situación actual que afecta negativamente las condiciones climáticas, la salud humana y la vida en el planeta.

Las actividades de reforestación, regeneración natural y el manejo forestal son de las pocas opciones tecnológicas y económicamente viables para capturar y almacenar CO<sub>2</sub> en los ecosistemas. Si las actividades de reforestación contribuyen a ampliar la cobertura forestal y a capturar nuevas cantidades de carbono se estaría contribuyendo a reducir el calentamiento del planeta.

El Protocolo de Kyoto reconoce las actividades de secuestro o reducción de emisiones de carbono asociados con el uso del suelo, cambios de uso del suelo, y las actividades forestales (*Land Use, Land Use Change, and Forestry - LULUCF*), como una de las opciones para regular las emisiones antrópicas de gases con efecto invernadero que modifican la composición atmosférica, permitiendo por lo tanto mitigar los efectos potenciales del cambio climático y el calentamiento global del planeta. El Protocolo limita la inclusión de los sumideros a las actividades directamente inducidas como la reforestación, forestación y deforestación, que hayan tenido lugar a partir de 1990.

Existen tres categorías de actividades LULUCF que reducen las emisiones netas de Gases Efecto Invernadero (*GEIs*), es común que un solo proyecto de este tipo incluya actividades de más de una categoría:

- i. *Actividades que aumenten las reservas de carbono*, que están basadas en el secuestro de carbono, dentro de ellas se clasifican las actividades de reforestación, o forestación, manejo forestal, agroforestería y revegetalización o rehabilitación de tierras degradadas;
- ii. *Actividades que conserven las reservas de carbono existentes*, basadas en la conservación o reducción de las tasas de pérdida de carbono, dentro de ellas se encuentran actividades que evitan la deforestación, mejoran el manejo forestal, mejoran las prácticas de pastoreo o mejoran el manejo de la vegetación en la agricultura;
- iii. *Actividades de sustitución de carbono*, están basadas en la sustitución de carbono que reemplazan combustibles fósiles, o bien por la sustitución de materiales de construcción intensivos en el uso de energía, se incluyen en

esta categoría la producción de combustibles de biomasa y su utilización en la generación eléctrica o en la producción de carbón, gas o combustibles líquidos, los cuales pueden ser utilizados como fuentes renovables de energía renovables.

Las comunidades o empresas campesinas, privadas y/o del Estado que manejan adecuadamente sus bosques, recuperan áreas degradadas, aumentan la biomasa de sus terrenos de cultivo con técnicas agroforestales y mantienen un equilibrio entre el consumo de leña y la siembra de árboles, para tales objetivos “capturan” carbono del aire en forma de plantas, árboles y materia orgánica en los suelos. En este caso se define como servicio ambiental al país, la comunidad y al equilibrio de los diferentes factores de la naturaleza.

El enfoque de servicios ambientales en Carbono requiere que se de la producción y venta de créditos de carbono a través de actividades de captura de carbono. La captura del dióxido de carbono, mediante la fotosíntesis, impide que entre en la atmósfera, fijándose en los bosques tropicales donde puede ser almacenado por largos períodos de tiempo. Por tanto, la siembra de arboles incrementa la capacidad de absorción y provee un servicio importante ante los efectos crecientes del calentamiento global.

El principal proyecto de Carbono y pionero en Honduras se inició en el 2005 con el nombre de *Proyecto Forestal para Fijación de Carbono y Productos Maderables* y se realiza en el Parque Nacional de Pico Bonito por medio de la empresa Bosques Pico Bonito, una empresa conjunta entre Fundación Parque Nacional Pico Bonito y Fundación Ecologic. Este es uno de los 8 proyectos certificados a nivel mundial para producir créditos de carbono para la venta en los mercados regulados y establecidos a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto. Los compradores son países participantes que intentan alcanzar sus compromisos de reducción de emisiones como es recomendado por el Protocolo de Kioto.<sup>14</sup>

Se estimo sembrar hasta 1.000 has de bosque latifoliado, con especies nativas, con participación de las comunidades en el establecimiento de viveros, las plantaciones y el mantenimiento de las mismas. También asumió la responsabilidad de mantener 600 has de sistemas agroforestales, mediante convenios especiales de pago por servicios ambientales con al menos 400 productores que viven las comunidades de el parque nacional.

### **Determinando la Oferta de Carbono**

Usando ciertas metodologías validadas y reconocidas es posible calcular la diferencia entre lo que se espera que se pierda en carbono fijado por deforestación y lo que sucedería si los proyectos de conservación y aumento de la masa forestal y materia orgánica del suelo aumentarían. La cifra calculada y validada, y el proyecto avalado por las autoridades ambientales son la base de negociación entre las empresas que quisieran “comprar” este servicio ambiental y los poseedores de bosques. La negociación del precio por la

---

14 Fundación Ecologic: <http://www.ecologic.org/es/que-hacemos/pago-por-servicios-ambientales>

tonelada de carbono capturado es de mucha importancia; ya que varía de país en país, según los acuerdos gubernamentales.

Según estudio FAO-CCAD - Proyecto de Bosques y Cambio Climático en América Central (PBCC) se calculó que Honduras podría llegar a comercializar en el mercado internacional más de 56 millones de toneladas (Tc) de carbono durante el período 2003-2012. Esta cifra resultó luego de restar al total de carbono que el país puede producir en este lapso (233,680,480 Tc) la cantidad de la Línea Base (107,189,885 Tc), que es aquel carbono se produciría de todas maneras, aún sin proyectos MDL, por lo cual no cuenta dentro del potencial de negociación como parte del MDL .<sup>15</sup>

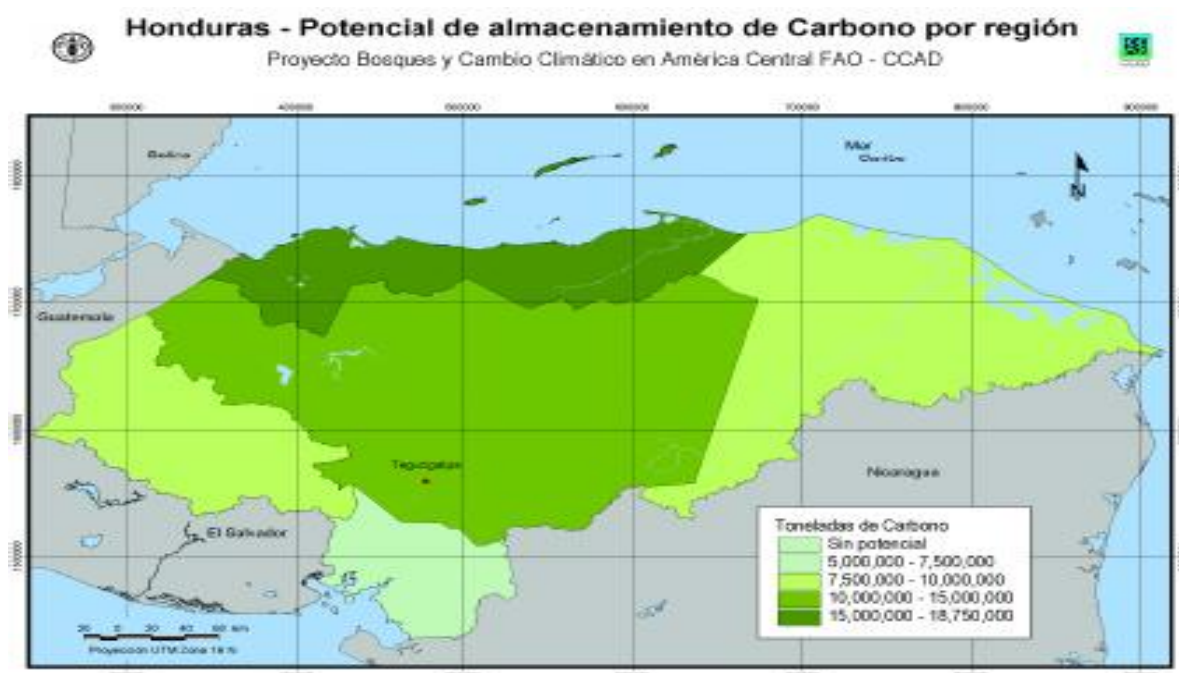
**Cuadro 11. Contenido de Carbono total con potencial con proyectos MDL Honduras**

Actividad	Área (has)	Carbono Neto (tC)
Plantaciones forestales	533,724	57,145,570
Reg. Inducida comercial	340,202	34,820,200
Reg. Inducida protección	190,408	19,540,800
Agroforestería	274,802	14,984,025
<b>Total país</b>	<b>1,339,136</b>	<b>126,490, 595</b>

Fuente: Estimaciones 2012 PBCC – FAO – CCAD

El mapa de potencial de mitigación por almacenamiento de Carbono en Honduras, destaca que de todas las regiones de Honduras, la región Atlántica es la que tiene el mayor nivel de capacidad, superior a 15.0 millones de toneladas de carbono bajo un escenario con proyectos MDL.

**Mapa 7. Potencial de Almacenamiento de carbono por Región. Honduras**



15 [ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/AD442s/AD442s01.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/006/AD442s/AD442s01.pdf). Serie Centroamericana de Bosques y Cambio Climático. FAO-CCAD, octubre 2003.

## Relación de las Funciones Ecológicas y el Servicios Ambiental

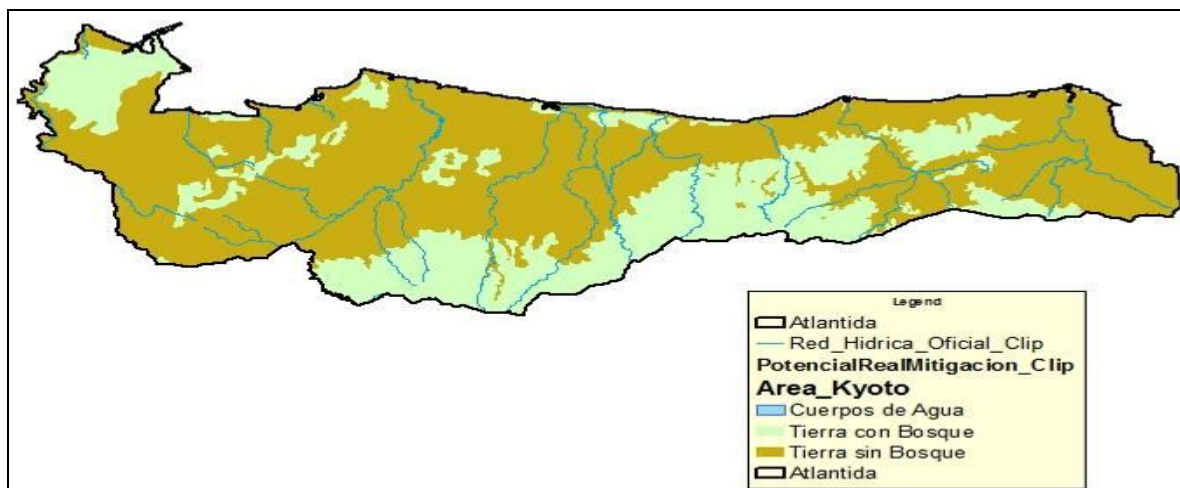
Los árboles absorben dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en madera que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de  $\text{CO}_2$  que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Los árboles, al convertir el  $\text{CO}_2$  en madera, almacenan muy lentamente sólo una pequeña parte del  $\text{CO}_2$  que producimos en grandes cantidades por el uso de combustibles fósiles (petróleo, gasolina, gas, etc.) para el transporte y la generación de energía eléctrica en las actividades humanas que diariamente contaminan el medio ambiente. Después de varios años, cuando los árboles han llegado a su madurez total, capturan únicamente pequeñas cantidades de  $\text{CO}_2$  necesarias para su respiración y la de los suelos. Aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Existe captura de carbono neta, durante el árbol se desarrolla para alcanzar madurez.

Para calcular la captura de carbono es necesario conocer el período en cual el bosque alcanzará su madurez. Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árboles, suelos, topografía y prácticas de manejo en el bosque. La acumulación de carbono en los bosques, llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo. Las prácticas para captura de carbono deben continuar, aún después de haber llegado al punto de saturación para impedir la emisión de carbono nuevamente a la atmósfera, ya que si los árboles mueren, emiten la misma cantidad de carbono que han capturado.

El mapa siguiente identifica las áreas Kyoto o potenciales para la presentación de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

**Mapa 8. Identificación áreas Kyoto. Departamento de Atlántida.**



**Cuadro 12. Áreas para MDL. Departamento de Atlántida**

Condición de las Áreas para MDL	Área (Has)
Tierra con Bosque	137,820
Tierra sin Bosque (Áreas Kyoto)	294,211
Cuerpos de Agua	1,357
Asentamientos	2,805
<b>Total del Área de cuencas en Atlántida</b>	<b>436,193</b>

### **Determinación del Carbono Capturado de en la Cubierta Vegetal Boscosa Para Bosques de Coníferas**

Utilizando datos de la Curva de Crecimiento de Groothusen, C. y J. Reyes, 1990 (citado en Flores Rodas y Ruiz Santiago, 1997), se obtiene que el volumen estimado de un bosque de pino a edad de 20 años es de 160 m<sup>3</sup>/ha, a los 30 años de 265 m<sup>3</sup>/ha y a los 50 años de 415 m<sup>3</sup>/ha. Por otra parte, de acuerdo con Alpizar, (1997) “al utilizarse datos de inventarios forestales con fines comerciales ( $\geq 30$  cm), se desprecia el volumen no comercial, contemplado en el rango de diámetro entre 10 y 30 cm y, por consiguiente, la biomasa también”. Por consiguientes, se requiere ajustar los datos de volumen a todo el espectro de diámetros de un bosque (mínimo 10 cm). Para tal efecto, se recurre al Factor de Expansión de Volumen (FEV):

Si el volumen < a 250 m<sup>3</sup>/ha el Factor de expansión de Volumen (FEV) está dado por la ecuación:  $FEV = e^{[1,3 - 0,209 \times \ln(\text{Volumen})]}$  ;

y si el volumen es  $\geq$  a 250 m<sup>3</sup>/ha:  $FEV = 1,13$

Así, los volúmenes ajustados son:

- V 20 años=  $e^{[1,3 - 0,209 \times \ln(160)]} \times 160 = 203,2$  m<sup>3</sup>/ha
- V 30 años= 265 m<sup>3</sup>/ha x 1,13= 299,4 m<sup>3</sup>/ha
- V 50 años= 415 m<sup>3</sup>/ha x 1,13= 468,9 m<sup>3</sup>/ha

Para cuantificar la biomasa se utiliza la relación Volumen/Peso específico de la madera que para efecto de las coníferas el IPCC (1996) acepta un valor de 0,45 tdm/m<sup>3</sup>. Así, la biomasa que se obtiene es:

- B 20 años= 203,2 m<sup>3</sup>/ha x 0,45 tdm/m<sup>3</sup>= 91,4 t/ha
- B 30 años= 299,4 m<sup>3</sup>/ha x 0,45 tdm/m<sup>3</sup>= 134,7 t/ha
- B 50 años= 468,9 m<sup>3</sup>/ha x 0,45 tdm/m<sup>3</sup>= 211,0 t/ha

Los valores anteriores de biomasa corresponden solo a biomasa seca por encima del suelo (tronco), por lo que se excluye la Biomasa de ramas y follaje. Para incorporar esta última biomasa se requiere de la utilización de un Factor de Expansión de Biomasa (FEB) (Alpizar, 1997).

Si el valor de biomasa es < a 190 t/ha,

el FEB está dado por la ecuación:  $FEB = e [3,213 - 0,506 \times \ln (Biomasa)]$  ;

y si el valor de biomasa es  $\geq 190$  t/ha entonces:  $FEB = 1,75$

Así, la biomasa ajustada es:

- B 20 años=  $e [3,213 - 0,506 \times \ln (91,4)] \times 91,4 = 231,3$  t/ha
- B 30 años=  $e [3,213 - 0,506 \times \ln (134,7)] \times 134,7 = 280,1$  t/ha
- B 50 años=  $211,0$  t/ha  $\times 1,75 = 369,2$  t/ha

En base a una proyección realizada por PRODEPAH (1996) y realizando ajustes a las cifras para actualizarlas al año actual la proporción de áreas cubiertas por bosque de coníferas según estratos de edad en la zona del Departamento de Atlántida es la siguiente:

**Cuadro 13. Áreas cubiertas por bosque de coníferas según estratos de edad**

Estrato	Descripción	Edad Promedio años	% Aprox. del Área Total
I	Joven	<20	15
II	Medio	20 – 40	39
III	Maduro	>40	46
<b>Total</b>			<b>100%</b>

De esta manera, el contenido de carbono en la biomasa para el área total de coníferas estará dado por la siguiente ecuación:

$$C \text{ coníferas} = AT * [(BE1 \times FE1) + (BE2 \times FE2) + (BE3 \times FE3)] * R_c$$

Donde:

C coníferas = Carbono estimado contenido en el bosque de coníferas

AT = Área total bosque de coníferas

BE1= Biomasa promedio en estrato de edad I

FE1= % del área total en estrato de edad I

BE2 = Biomasa promedio en estrato de edad II

FE2= % del área total en estrato de edad II

BE3 = Biomasa promedio en estrato de edad III



FE3= % del área total en estrato de edad III

Rc = Contenido de carbono en la biomasa estimada en un 45%, según IPCC (1996)

Así, el carbono estimado en la biomasa del bosque de coníferas es:

$$C \text{ coníferas} = 4600 * [(231,3 \times 0,15) + (280,1 \times 0,39) + (369,2 \times 0,46)] * 0,50$$

$$\underline{C \text{ coníferas} = 721,662 \text{ toneladas de carbón}}$$

Para conocer la cantidad de dióxido de carbono que será utilizado (fijado) en la captura de Carbono en el material vegetativo de los árboles del bosque de coníferas se utiliza la siguiente relación:

$$CO_2 \text{ fijado} = C \times (44/12)$$

Donde:

CO<sub>2</sub> fijado = Toneladas de dióxido de carbono fijado

C = Carbono capturado en la biomasa

(44/12) = Constante

$$CO_2 \text{ fijado Coníferas} = C \times (44/12) = 721,662 \text{ t} \times (44/12)$$

$$\underline{CO_2 \text{ fijado Coníferas} = 2,646,094 \text{ toneladas de dióxido de carbono.}}$$

### ***Cuantificación del Carbono Potencial Contenido en el Bosques Latifoliado:***

Para la cuantificación del carbono potencial contenido en la biomasa del bosque latifoliado se usó un valor promedio de Biomasa peso seco de 240 tdm/ha (IPCC, 1996), que aplicándole el Factor de Expansión de Biomasa (1.75) (Alpizar, 1997) se obtiene un valor de 420 t/ha.

Para la cuantificación del Carbono se utiliza la ecuación:

$$C_{\text{latifoliado}} = AT \times BL \times Rc =$$

Donde:

C<sub>latifoliado</sub> = Carbono estimado contenido en el bosque latifoliado

AT = Área total del bosque latifoliado

BL = Biomasa promedio del bosque latifoliado

Rc = Contenido de carbono en la biomasa estimada en un 50%, según IPCC (1996)

Por tanto,

$$C_{\text{latifoliado}} = AT \times BL \times Rc = (166,687 \text{ ha}) \times 420 \text{ t/ha} \times 0,5$$

$$\underline{C_{\text{latifoliado}} = 35,004,270 \text{ de toneladas de carbono}}$$

La cantidad de dióxido de carbono que será utilizado (fijado) en la captura de Carbono en el material vegetativo de los árboles del bosque Latifoliado es determinada con la misma relación que se empleó para el bosque de coníferas:

$$\text{CO}_2 \text{ fijado Latifoliado} = C \times (44/12) = 35,004,270 \text{ t} \times (44/12)$$

$$\underline{\text{CO}_2 \text{ fijado Latifoliado} = 128,348,990 \text{ toneladas de dióxido de carbono.}}$$

**Quantificación del Carbono Potencial Contenido en el Bosques Mixto:**

Para la estimación del carbono potencial en la biomasa del bosque mixto se usa un valor de biomasa promedio de 361 t/ha que corresponde al valor promedio ponderado de las biomásas calculadas para el bosque latifoliado y coníferas.

Para la cuantificación del Carbono se utiliza la ecuación:

$$C_{\text{mixto}} = AT \times BL \times Rc =$$

Donde:

$C_{\text{mixto}}$  = Carbono estimado contenido en el bosque mixto

AT = Área total del bosque mixto

BL= Biomasa promedio del bosque mixto

Rc = Contenido de carbono en la biomasa estimada en un 50%, según IPCC (1996)

Por tanto,

$$C_{\text{mixto}} = AT \times BL \times Rc = (13,825 \text{ ha}) \times 361 \text{ t/ha} \times 0.5$$

$$\underline{C_{\text{mixto}} = 2,495,413 \text{ de toneladas de carbono}}$$

Para la cuantificación de dióxido de carbono fijado se utiliza la misma relación establecida anteriormente:

$$\text{CO}_2 \text{ fijado Mixto} = 2,495,413 \times (44/12)$$

$$\underline{\text{CO}_2 \text{ fijado Mixto} = 9,149,848 \text{ de toneladas de dióxido de carbón}}$$

**Cuadro 14. Sitios Potenciales de CO<sub>2</sub> en Atlántida**

Sitios	Área (has)	CO <sub>2</sub>
Establecimiento de sistemas silvopastoriles con cocotero en comunidades garífunas	13,178	658,900
Reforestación con plantaciones forestales en áreas degradadas del Bosque Latifoliado	100,030	13,000,000
Reforestación con cultivos permanentes agroforestales en tierras bajas y humedales pequeñas fincas	43,330	3,141,425
Regeneración inducida en terrenos bajos con planes de manejo forestal comunitario. Bosque Latifoliado	40,000	5,200,600
Reforestación con plantaciones forestales en cuencas	65,000	8,450,000

altas productoras de agua con comunidades rurales		
Reforestación con plantaciones forestales comerciales en fincas agropecuarias	32,498	4,224,740
Regeneración Inducida en el sector sur de la Cordillera Nombre de Dios (Bosque seco latifoliado)	25,000	3,250,000
Plantaciones forestales protectoras en la cuenca alta del rio El Cangrejal.	15,000	1,950,000

Fuente: FAO CCAD, 2002

#### 4.6 Regulación, mitigación o prevención de desastres

Es aceptado que la amenaza de origen natural, son todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, y geológicos que forman parte de la historia y de la coyuntura de la dinámica geológica, geomorfológica climática y oceánica del planeta, y que por ubicación y severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y actividades (Gomáriz, 1999). Ver Cuadro 14. **Tipos de amenazas naturales, antropogénicas y mixtas.**

**Cuadro 15. Tipos de amenazas naturales, antropogénicas y mixtas.**

Origen natural	Origen Mixto ( socio – natural)	Origen antrópico
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atmosféricas</li> <li>✓ Volcánicas</li> <li>✓ Sísmicas</li> <li>✓ Hidrológicas</li> <li>✓ Incendios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inundaciones</li> <li>✓ Deslizamientos</li> <li>✓ Hundimiento</li> <li>✓ Sequías,</li> <li>✓ desertificación</li> <li>✓ Incendios rurales</li> <li>✓ Agotamiento de acuíferos</li> <li>✓ Deforestación</li> <li>✓ Agotamiento de la capa de Ozono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tecnológicos contaminantes</li> <li>✓ Guerra</li> <li>✓ Violencia social</li> <li>✓ Contaminación</li> </ul>

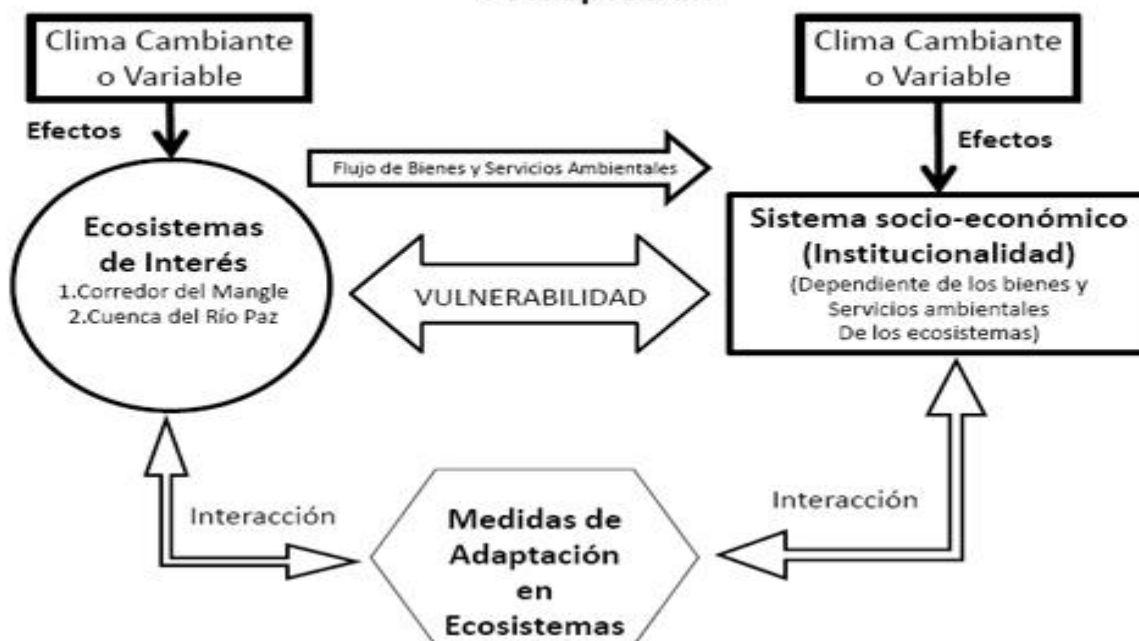
Fuente: Gomáriz, E. 1999. *Género y desastres: introducción conceptual y criterios operativos. La crisis del huracán Mitch en Centroamérica. Primera edición. Editorial Fundación Género y sociedad (GESO). San José, CR. 247 p.*

Por otro lado los ecosistemas de montaña, como los que prevalecen en Honduras, están cambiando rápidamente, ya que son susceptibles de erosión acelerada de los suelos, desprendimientos de tierras y un rápido empobrecimiento de la diversidad genética y del hábitat. La conversión de los bosques para uso agrícola y ganadero, mas las diferentes formas de contaminación de los ecosistemas esta incrementando el nivel de vulnerabilidad ambiental, pero también social y económica en las poblaciones mas pobres.

Vulnerabilidad ambiental se relaciona con la susceptibilidad, predisposición o riesgo intrínseco del medio y los recursos naturales a sufrir un daño o una

pérdida, estos elementos, pueden ser físicos o biológicos (personas, edificaciones, instalaciones, sistemas, bienes, ambiente, etc.). Lo anterior nos permite visualizar con claridad la importancia de incluir el factor desastre natural y la vulnerabilidad ambiental y social en el manejo de los servicios ecosistémicos y en la planificación del desarrollo de la infraestructura para reducir su potencial grado de amortiguamiento y lograr mejores niveles de adaptación en los ecosistemas y al clima cambiante .

### Enfoque General de la Evaluación de la Vulnerabilidad Y Adaptación



Fuente: Proyecto Manejo de Servicios Ambientales Para Poblaciones Vulnerables en Ciudades de América Central. *CONVENIO BID/FEMICA/SEMA*

Por otro lado, los ecosistemas fortalecidos permiten contribuir en la mitigación de los fenómenos naturales y prevención de riesgos y desastres por medio de las funciones de servicios ambientales que estos proporcionan a la humanidad, como ser:

- Protección de Cuencas
- Prevención de Inundaciones
- Protección de tormentas
- Retención de Sedimentos y Control de erosión
- Recuperación y manejo de zonas costeras y humedales
- Regulación del clima

El manejo adecuado de los ecosistemas y de los recursos naturales en general, brindan sostenibilidad integral, pero también minimizan los costos humanos y materiales que se dan con los desastres ambientales; por tanto los servicios ambientales de los ecosistemas contribuyen a mediano y largo plazo a la prevención de desastres, pero también en el ahorro de recursos económicos para la sociedad.

## **Características de vulnerabilidad del departamento de Atlántida**

La capacidad de resistencia o amortiguamiento de una región, como la costa Atlántica, esta en proporción directa con el conjunto de servicios ambientales que posee (bosques, cuencas, humedales, biodiversidad, etc.). Estos constituyen la base para el manejo del riesgo y la gestión de programa y proyectos dedicados a la prevención y para identificar zonas propensas a situaciones de emergencia y áreas amenazadas.

Los recursos naturales del departamento de Atlántida están sometidos a diferentes procesos productivos y a dinámicas sociales y económicas que no identifican a la riqueza natural como un servicio ambiental que contribuye al desarrollo de la región, se han convertido en causas principales de su deterioro ecológico, social y económico, aumentando la vulnerabilidad y fragilidad del territorio y sus poblaciones ante los fenómenos naturales recurrentes.

Las amenazas naturales que más afectan periódicamente al departamento de Atlántida están relacionadas con ciclones tropicales, inundaciones marinas, inundación por caudales de ríos, los movimientos de suelos o deslizamientos en las laderas y la sedimentación de los humedales.

De los ocho municipios del departamento de Atlántida, se identifica principalmente que en cinco de ellos: Arizona, Esparta, La Másica, San Francisco y El Porvenir, existen constantes riesgos a inundaciones por fenómenos naturales, principalmente por lluvias intensas o huracanes, que como el huracán Mitch permitió iniciar mayor responsabilidad pública y privada en la gestión de riesgo y en el reconocimiento de los servicios de los ecosistemas, para la mitigación de los efectos de los desastres naturales y el desarrollo sostenible de la región.

### **4.6.1 Control de erosión, deslizamientos y protección de cuencas**

#### **a) La Erosión de los Suelos**

La cobertura forestal sirve para reducir la erosión de los suelos a causa del viento y el agua. A su vez, los suelos que son acarreados por lluvia se depositan eventualmente en zonas bajas, formando suelos más fértiles llamados planicies aluviales, en los que se desarrolla la agricultura.

La erosión potencial de una cuenca hidrográfica, esta representada por la relación directa entre la cantidad de suelo que se pierde por erosión y los niveles de lluvia en una zona. El departamento de Atlántida, es una de las zonas del país con más meses lluviosos, alcanzando una alta precipitación que conlleva a la pérdida de suelo. La erosión hídrica, en interacción con un mal manejo y planes inadecuados de conservación de suelos, es la principal causante de la degradación del suelo en los sistemas agrícolas tropicales del departamento. Esto se puede intensificar si se continúa con una siembra extensiva y sin técnicas sostenibles para controlar la erosión y preservar la calidad del suelo en cultivos como la piña y la palma africana, así como en la siembra de pastos.

La erosión de suelos junto a deslizamientos en zonas de laderas, también tiene una relación directa con los niveles de sedimentación y la prevención de daños que se pueden dar en ríos, lagunas, embalses y vías fluviales, con los consiguientes efectos negativos que se pueden dar en las presas para energía hidroeléctrica, riego, recreación, pesca y suministro de agua potable para los centros poblados. La sedimentación en las partes bajas de algunas cuencas hidrográficas de los municipios del centro de Atlántida, refleja la susceptibilidad del terreno a la erosión y vulnerabilidad a deslizamientos, por falta de tecnologías apropiadas de producción que mejore la agricultura y los sistemas agroforestales en laderas.

### **Que es el Servicios Ambiental de Prevención de la Erosión**

La erosión se define como el desprendimiento y remoción de partículas de suelo por acción del agua y del viento. El agua es sin embargo, el agente más importante. Las condiciones meteorológicas y el clima, preparan el material parental para la erosión y la lluvia actúa como el mayor agente para la erosión. La cobertura vegetal, el tipo y características del suelo, la geomorfología, la geología y los usos del suelo, establecen el grado de propensión del suelo a ser afectado por los agentes generadores de erosión.

Una gota de agua es aproximadamente 1000 veces más grande que una partícula de suelo. Por lo tanto, la fuerza del impacto de una sola gota de lluvia es suficiente para dispersar las partículas de suelo que encuentre a su paso.

Al comienzo de una lluvia, millones de gotas golpearán el suelo y arrastrarán sus partículas. Si la lluvia continúa, el agua se juntará sobre la superficie y aumentará la velocidad con la que escurre; se formará una red de pequeños canales que ,al unirse, irán formando otros más grandes, que luego se transformarán en surcos, zanjas y, finalmente, en zanjones muy grandes llamados "cárcavas". Este fenómeno se ve magnificado por acciones antrópicas (causadas por las personas) tales como: siembra de cultivos en laderas sin prácticas adecuadas de conservación de suelo, sobre pastoreo, cambio de bosques a áreas agropecuarias y de asentamientos humanos, ocurrencia de incendios de manera reiterada, lo cual definitivamente provoca que el suelo pierda su fertilidad y estabilidad, dando inicio a procesos de desertificación.

Generalmente, el suelo erosionado llega a los arroyos y ríos afectando el hábitat de peces y otros animales de agua dulce que necesitan agua clara para subsistir. Muchas fuentes donde antes abundaban los peces ahora se encuentran en menores cantidades debido al exceso de sedimentos.

### **Relación de las Funciones Ecológicas y el Servicios Ambiental**

Los árboles son extremadamente importantes en la formación de los suelos. Sus raíces se entierran y fragmentan la roca madre formando partículas de suelo más pequeñas, y sus hojas cuando caen contribuyen a aumentar la riqueza en nutrientes del suelo. Las ramas de los árboles amortiguan las lluvias fuertes, y sus raíces proveen un estructura de apoyo; estos dos factores ayudan a evitar la erosión

La vegetación controla también la velocidad de la corriente de agua, entre más juntos estén los tallos de las plantas la velocidad de la corriente del agua será menor. Las gotas al caer sobre una hoja se rompen y se dispersan en forma de gotas más pequeñas, por el contrario, al caer al suelo lo dispersan por su fuerza de impacto. Afortunadamente, sobre el suelo de la mayoría de los bosques, hay una capa de material orgánico, como hojas en descomposición y madera, que absorbe el agua. La lluvia puede ser absorbida por esta capa en lugar de escurrirse sobre el suelo.

En los bosques pluviales tropicales se pueden encontrar, sorprendentemente, algunos de los suelos más pobres. Esto se debe a las lluvias torrenciales que caen regularmente en estas regiones. Las fuertes lluvias disuelven los nutrientes en el suelo, los cuales luego son arrastrados hacia los ríos y arroyos y son arrastrados por ellos.

En los bosques de coníferas, la capa de hojarasca está formada por agujas (hojas de las coníferas) secas, fuertes, y por ramitas caídas. Esta capa no se descompone fácilmente, y permanece en el suelo durante muchos años. Usualmente, pequeños fuegos queman estas agujas antes que ellas se descompongan.

En efecto, al perderse la estabilidad de los bosques se produce una espiral de destrucción cada vez más intensa. Por ejemplo, cuando se talan demasiados árboles, los escurrimientos y la erosión del suelo aumentan varias veces con respecto a la velocidad con que puede formarse el suelo de nuevo, lo cual repercute negativamente en la calidad del agua de los arroyos y los ríos, y constituye un peligro para los peces y otras especies acuáticas.

### **Cuantificación del SA de Prevención de Erosión**

Partiendo del análisis de la erosión en el departamento de Atlántida, puede elaborarse el mapa de las zonas afectadas por las distintas intensidades de pérdida de suelo, ordenando dicha erosión en intervalos que nos permitan localizar, de forma rápida y precisa, las zonas más afectadas por este fenómeno. Los niveles de pérdidas de suelo considerados son los siguientes:

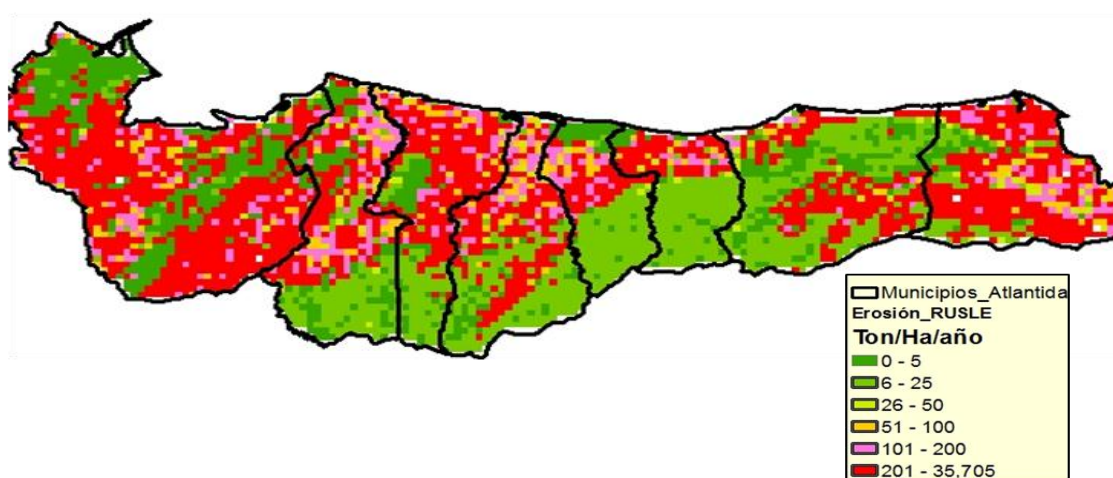
**Cuadro 16. Niveles y Magnitudes de Erosión**

<b>Nivel de Erosión</b>	<b>Magnitud de Erosión</b>
Erosión baja	$E < 5 \text{ Tm/ha/año}$
Erosión moderada	$E = 5 - 25 \text{ Tm/ha/año}$
Erosión media	$E = 25 - 50 \text{ Tm/ha/año}$
Erosión alta	$E = 50 - 100 \text{ Tm/ha/año}$
Erosión muy alta	$E = 100 - 200 \text{ Tm/ha/año}$
Erosión crítica	$E > 200 \text{ Tm/ha/año}$

Según la literatura, el límite de erosión aceptado internacionalmente como admisible oscila en torno a las 10 - 12 Tm/ha/año, aunque según la literatura en zonas húmedas esta cifra puede elevarse hasta las 25 Tm/ha/año. Por encima de esta cifra no se garantiza la conservación de los suelos, ya que la destrucción es más rápida que la creación de suelo.

En el cuadro 17. muestra el nivel de erosión producido actualmente, el cual asciende a 1,971,756 Ton/ha/año, considerando la cobertura actual de suelo. Para aproximar el servicio ambiental de prevención de la erosión que genera el ecosistema boscoso (pino, Latifoliado y mixto), se plantea el escenario en el cual se calcula la magnitud de erosión que se generaría si estas coberturas de bosque pasaran a ser suelos desnudos. La diferencia entre la magnitud de erosión entre la situación actual y la del escenario con pérdida del bosque proporciona un indicativo de la erosión evitada por el hecho de contar con los bosques e su estado actual. Por consiguiente y conforme a los cálculos realizados, la erosión evitada por la cobertura boscosa, presente en el Departamento de Atlántida, es de 4,520,827 Ton/ha/año.

**Mapa 9. Nivel de Erosión en el Departamento de Atlántida, Honduras**



Algunos estudios adjudican tentativamente un costo de US\$5.00 por tonelada métrica de suelo erosionado (Jiménez A, 2000), lo que se traduce en un valor de prevención de US\$ 22,604,135 al año que los bosques proporcionan como servicio ambiental desde el punto de vista económico.

Los resultados obtenidos del cálculo se plasman en el cuadro siguiente:

**Cuadro 17. Niveles de Erosión según Municipios, Atlántida**

Municipio	Erosión Generada Actual		Erosión en Escenario sin Bosque		Erosión evitada por los Bosques	
	Ton/ha/año	%	Ton/ha/año	%	Ton/ha/año	%
Arizona	146,767	7%	598,786	9%	452,019	10%
Esparta	172,578	9%	498,546	8%	325,968	7%
La Ceiba	390,592	20%	1,592,680	25%	1,202,088	27%
La Masica	206,227	10%	830,241	13%	624,014	14%
San Francisco	64,545	3%	637,718	10%	573,173	13%
El Porvenir	51,206	3%	718,631	11%	667,425	15%
Jutiapa	365,194	19%	705,070	11%	339,876	8%
Tela	574,647	29%	910,911	14%	336,264	7%
<b>Total</b>	<b>1,971,756</b>	<b>100%</b>	<b>6,492,583</b>	<b>100%</b>	<b>4,520,827</b>	<b>100%</b>



## **b) Que es el Servicio Ambiental de Prevención de Deslizamientos**

La vegetación abundante y las raíces profundas sirven para estabilizar el suelo y limitar el potencial de deslizamiento, el cual incluyen caídas del suelo y rocas de una ladera, que mezclados con agua adquieren gran fuerza y velocidad destructora. Los factores importantes de control en los deslizamientos incluyen: tipo y densidad de la vegetación, el grado de inclinación de las pendientes presentes en el terreno, la consistencia de los materiales subyacentes del suelo, contenido de agua de los materiales subyacentes, la orientación de los lechos y las fracturas de las planicies en la roca subyacente, así como, las alteraciones humanas del paisaje. Entre más pronunciada sea una pendiente, más inestable es el material en esa pendiente. También, entre más grande el alivio vertical presente, es mayor la velocidad que la masa de material deslizante puede alcanzar. La roca sólida y los suelos compactos son menos propensos a deslizarse que los escombros sueltos o compactados pobremente. Las adiciones grandes y repentinas de agua al suelo en una ladera, tal como se experimenta frecuentemente durante la época lluviosa, puede reducir la cohesión del suelo y reducir la estabilidad del mismo. El lecho rocoso subyacente puede proveer superficies por donde se pueda deslizar el material reemplazado. Si las características tales como las fracturas y las planicies son orientadas de una manera paralela con la pendiente, ellas incrementan el potencial de deslizamiento.

Los deslizamientos también están asociados a factores como: la sismicidad, el clima, la estructura geológica, los cambios en las condiciones geológicas, la topografía del terreno, y la geometría de la superficie de la tierra.

Ecosistemas saludables favorecen la reducción de los deslizamientos, en el departamento de Atlántida se aprecia que las subcuencas con mayor susceptibilidad a movimientos de ladera son las de: Lean, Perla, Cangrejal y Papaloteca; coincidiendo en que los en los últimos años son las zonas donde los asentamientos humanos han sido mas afectados por inundaciones.

### **Relación de las Funciones Ecológicas y el Servicios Ambiental**

Las raíces de los árboles son responsables de mantener el suelo en su lugar, funcionando como un marco que evita que sea erosionado. Cuando se cortan los árboles, es común que las raíces permanezcan en el suelo, pero ellas eventualmente se pudrirán. Esto determina un gran aumento en la cantidad de deslizamientos que ocurren luego de haberse cortado los árboles en una zona. Así mismo, una extensa erosión puede provocar deslizamientos de terrenos, muchos de los cuales empiezan en suelos desnudos, caminos inclinados, áreas de pastoreo y agricultura de laderas, que al mantener concentraciones de flujos de agua superficial y de infiltración provocan la inestabilidad de los suelos, especialmente en aquellos que de por sí ya son vulnerables por su estructura, pendiente y tipo de cobertura vegetal.

En el caso de deslizamientos importantes, las huellas desnudas en los desprendimientos permanecen visibles por muchos años, antes de que se acumule suficiente suelo que reemplace la anterior capa superior y material

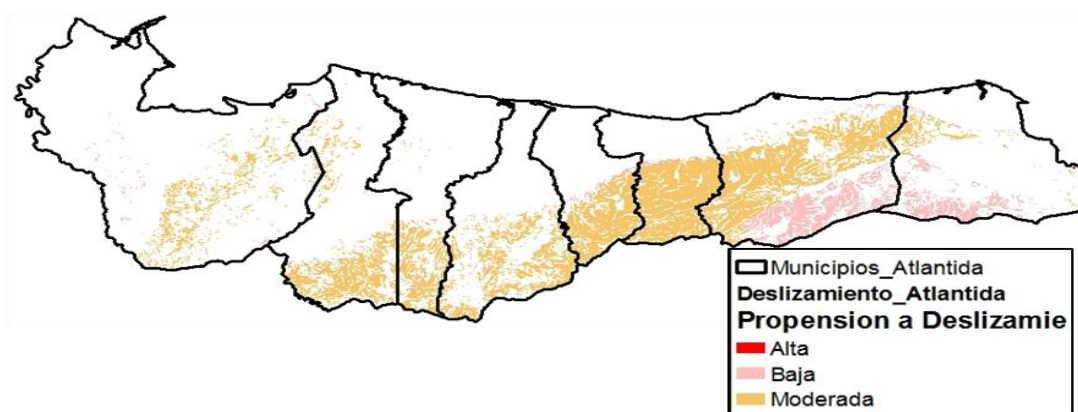
orgánico. Las siguientes condiciones naturales de un sitio son un indicador de una amenaza incrementada de deslizamiento:

- Áreas abajo de pendientes empinadas o en relieves topográficos altos.
- Áreas con lecho rocoso fracturados, en planicies en paralelo con la pendiente.
- Áreas donde los suelos están compuestos de material suelto o pobremente compactado, particularmente ceniza y otros materiales volcánicos).
- Áreas propensas a desestabilizarse por absorción de grandes cantidades de agua en las cuencas hidrológicas durante las tormentas.

Áreas con vegetación mínima para enraizar y fijarla al suelo. Cuantos más factores de estos se apliquen a un sitio específico, mayores serán las posibilidades de que el sitio experimente deslizamientos.

La susceptibilidad de un sitio para sufrir un deslizamiento puede ser determinada al comparar las condiciones del terreno con la lista de factores de peligro antes mencionada.

**Mapa 10. Áreas con Susceptibilidad al Deslizamiento en Atlántida, Honduras**



### **Determinación de las Áreas con Prevención a Deslizamientos**

La evaluación del estado de prevención a los deslizamiento en los suelos del departamento de Atlántida fue realizada mediante la estimación de las áreas con propensión Alta, Moderada y Baja hacia el fenómeno de deslizamientos en el área de estudio. Empleando el mapa elaborado por el CIAT 1998, se observa que en Atlántida existen alrededor de 929,188,064 has con propensión al fenómeno de deslizamiento, de las cuales el 19% (o sea 179,034,376 has) son muy vulnerables a los procesos erosivos y subsecuentemente procesos de desprendimiento y movimiento en masas de suelo, ya que en el transcurso de los años tales áreas han sido sujetas a cambios de uso de suelo pasando de áreas con vegetación nativa a áreas dedicadas a la agricultura y ganadería extensiva.

Por otra parte, el análisis muestra que el 81% (o sea 750,153,688 has) restante se encuentran en gran parte concentradas en las áreas protegidas en

el Departamento. Estos ecosistemas boscosos (bosque de pino, Latifoliado y mixto) indudablemente ejercen una función protectora y de estabilización de suelos, especialmente en las zonas de ladera, que se traduce favorablemente en la mitigación y/o prevención de los deslizamientos, como uno de los servicios ambientales en estos ecosistemas.

**Cuadro 18. Áreas con Prevención a Deslizamientos según Uso de Suelo**

Uso del Suelo	Alta	Baja	Moderada
Agricultura Tecnificada-Semitecnificada		505,758	17,391
Agricultura Tradicional-Matorral	11,745	54,715,653	120,239,337
Pastizales – Sabanas	231,687	1,733,413	1,579,392
Bosque Confiera – Pino		391,424	420,419
Bosque Latifoliado		80,181,570	621,525,680
Bosque Mixto		10,892,070	36,742,525
<b>Sub Totales Has</b>	<b>243,432</b>	<b>148,419,888</b>	<b>780,524,744</b>

### Determinación de las Áreas con Prevención a Deslizamientos

Para la cuantificación de este Servicio Ambiental se partirá de la determinación de los niveles de erosión existente en departamento de Atlántida, para luego evaluar la erosión que en un escenario hipotético en el que se considera las áreas de bosque como áreas desnudas, con lo cual se puede mostrar cuantitativamente el beneficio de erosión que se genera por la ausencia de dicha cobertura boscosa, siendo a la vez indicativo de la erosión evitada por la existencia actual de dichos ecosistemas boscoso.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) es quizá el modelo más aceptado para estimar la pérdida de suelo debido a la acción hídrica, la ecuación ha sido empleada en todo el mundo para propósitos relacionados con la evaluación y manejo de cuencas.

Esta ecuación (desarrollada por Wischmeier y Smith 1978) se describe de la siguiente manera:

$$E = R \times K \times S \times L \times C \times P$$

Donde:

E = Pérdida anual del suelo (Ton/ha/año)

R = Factor lluvia o índice de erosividad pluvial

K = Erosionabilidad del suelo

L = Longitud de la pendiente

S = Factor de pendiente

C = Factor de cultivo y uso

P = Factor de prácticas de conservación

Los factores L, S, C, y P son adimensionales y las unidades de K y E son similares en este caso (t/ha).

**Factor R** – La ecuación utilizada, desarrollada en Costa Rica, es la siguiente:

$$R = 3786.6 + 1.5679 * (\text{Precipitación en mm}) - 1.9809 * (\text{Elevación en m})$$

Donde:

R está representada en unidades métricas ( $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$ ) ó (megajoules \* mm por hectárea por año).

**Factor LS:** es el parámetro más difícil de evaluar, aunque habitualmente se utilizan los valores de la Tabla que se presenta, la cual fue desarrollada por la Facultad de Hidráulica e Hidrología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (Madrid).

**Factor C:** asociado a las características de cada tipo de cobertura como la biomasa, capacidad de infiltración y pérdida de suelo reportadas bajo cada cobertura de vegetación

**Cuadro 19. Tipo de cobertura según factor suelo**

**Factor P:** relaciona las prácticas de control de la erosión tienen sobre la tasa de erosión. Jung et al (sf) proporcionada una relación útil entre el factor C y P, como se muestra en la tabla.

**Factor K:** es el factor de erodabilidad del suelo que representa tanto la susceptibilidad del suelo a la erosión como la tasa de escorrentía, medida bajo las condiciones de una parcela estándar unitaria. Los suelos con alto contenido de arcilla tienen bajos valores de K, de cerca de 0.05 a 0.15, por su resistencia al desprendimiento de las partículas de suelo. Suelos con texturas gruesas, como los suelos arenosos, tienen bajos valores de de cerca de 0.05 a 0.2, ya que la baja escorrentía, aunque estos suelos son fácilmente erodables. Suelos con texturas medias como los francos, tienen un valor moderado de K, de cerca de 0.25 a 0.4 ya que son moderadamente susceptibles al desprendimiento y producen una escorrentía moderada. Suelos que contienen un alto contenido de limo son los más erodables. Son fácilmente desprendibles, tienden a formar una costra y producir altas tasas de escorrentía. Los valores de K de estos suelos tienden a ser mayores que 0.4. Sin embargo, si no se cuenta con información de suelos detallada, se pueden utilizar los valores de K basados en el tipo de roca formadora del suelo, de acuerdo a la tabla que se presenta.

Tipo de cobertura	Factor C	Factor P
Área urbana	0.1	1
Suelo desnudo	0.35	1
Bosque denso	0.001	1
Bosque ralo	0.01	1
Bosque y cultivos (Agroforest.)	0.1	0.8
Cultivos	0.5	0.5
Cultivos de inundación	0.1	0.5
Pastura densa	0.08	1
Pastura rala	0.2	1
Pasturas con cultivos	0.25	0.8
Humedales	0.05	1
Cuerpos de agua	0.01	1

**Cuadro 20. Tipo de Rocas formadoras de Suelos.**

Tipos de Rocas Formadoras del Substrato Superficial o Litofacies	Rango del Factor K (Max – Min)
Rocas correspondientes al estrato cristalino (granitos, gneis,...) y rocas basálticas.	0.05 – 0.15
Rocas silíceas compactas (metamórficas, areniscas duras, cuarcitas,...)	0.10 – 0.25
Rocas sedimentarias bien consolidadas (calizas duras, dolomías, calcarenitas,...)	0.20 – 0.40
Rocas sedimentarias blandas (margas, yesos, formaciones flysh, calizas poco consolidadas, areniscas disgregables,...)	0.40 – 0.60
Rocas cuaternarias (depósitos recientes)	0.40 – 1.00

#### **4.6.2 Prevención de inundaciones y protección ante tormentas y huracanes**

Los municipios ubicados en el centro del departamento de Atlántida, sufren periódicamente las consecuencias del desbordamiento de las aguas y las amenazas de las inundaciones, ya que aproximadamente el 40% del territorio de estos municipios se concentra en las partes bajas de las cuencas. Esta vulnerabilidad natural de la zona es favorecida porque las cuencas, subcuencas y microcuencas de estos municipios presentan una severa degradación de sus recursos naturales, causado por una débil gestión ambiental propia de la falta de un modelo de desarrollo y gestión integral, principalmente por la deforestación, la transformación de pantanos en tierra cultivable, los desechos sólidos, las prácticas silvoagropecuarias y productivas inadecuadas, etc.<sup>16</sup>

Las inundaciones son provocadas principalmente por el desborde de los ríos y sus afluentes en la época de lluvias y huracanes, y están asociadas a la pérdida de la cobertura vegetal y a los fenómenos meteorológicos de fuertes o prolongadas precipitaciones, agravados por el calentamiento global del planeta. También, cada año el régimen de precipitación se ve incrementado por el efecto de frentes fríos y por los vientos alisios, que originan lluvias torrenciales que producen inundaciones que también están determinadas por las grandes pendientes en la parte alta de las zonas montañosas y que determinan la intensidad de la escorrentía y tiempo de concentración del volumen de agua en la parte baja de las cuencas hidrográficas.

<sup>16</sup> Diagnóstico Situacional de los Municipios de la MAMUCA. Informe Final. Centro de Estudios Ambientales de Honduras (CEAH), 2004.

Esta problemática, se agrava por la ausencia o falta de aplicación de leyes y ordenanzas, la carencia de políticas y sistemas de ordenamiento territorial, de zonificación y de crecimiento urbano e industrial, así como la falta de instrumentos esenciales y de recursos para la gestión del riesgo. Los municipios del departamento de Atlántida están clasificados a nivel nacional como con muy alta amenaza por problemas de inundaciones y fenómenos de ciclones y vientos huracanados. Siendo La Ceiba y Jutiapa, los municipios con mayores riesgos de este tipo y en nivel medio de probabilidad se destacan los Municipios de El Porvenir, La Másica, San Francisco, Esparta, Arizona y Tela.

## **V. EXPERIENCIAS ACTUALES Y POTENCIALES EN PSA EN EL DEPARTAMENTO DE ATLANTIDA**

En base a información secundaria, consultas y visitas de campo se han identificado experiencias actuales y potenciales de PSA, independientemente de que las mismas tengan esta denominación o posean un marco institucional definitivo. Son experiencias donde se realizan o existe la posibilidad de realizar un cobro a los usuarios del servicio ambiental, y donde se ejecutan o realizaran acciones de conservación en el ecosistema que brinda el servicio; independientemente de que se realice un pago directo o indirecto a los oferentes del mismo.

Durante el proceso de realización del presente Inventario y considerando diversas consultas de campo, entrevistas y fuentes de información bibliográfica se estima que el departamento de Atlántida es una de las regiones con mayor potencial para el desarrollo de mercados ambientales bajo un enfoque de sostenibilidad.

Las siguientes experiencias relacionadas con pago o compensación ambiental fueron identificadas en la zona de influencia de PROCORREDOR, dando énfasis al departamento de Atlántida.

### **Experiencias Servicios Ambientales Hídricos**

El departamento de Atlántida dada la presencia de 7 áreas protegidas, muestra su mayor recurso natural en las cuencas hidrográficas y los humedales; este factor es determinante para encontrar una alto potencial para identificar experiencias de:

- Agua Potable
- Agua para Agricultura
- Agua para la Industria
- Transporte Acuático
- Generación Hidroeléctrica

**Cuadro 21. Experiencias de PSA hídricos para consumo Humano**

Experiencia	Ubicación	Mercado
Parque Nacional Pico Bonito - AJAASSPIB	Atlántida y Yoro	Red de juntas de agua comunitarias integradas en una asociación regional, negocian los servicios en base a tarifas. Servidores locales recibiendo compensación por los servicios de manejo de cuencas hidrográficas
Fondo Ambiental en el Sector del Ramal del Tigre	Tela, Atlántida	Abonados de la Junta de agua comunal
PSA en Microcuenca Bañaderos	Miramar, Tela	Hídrico
Junta de Agua en La Unión Boca del Toro	San Francisco	Contrato Vinculante
PSA en Comunidad de la Másica (MAMUCA y PASOS – CARE)	La Másica	Hídrico
PSA en Comunidad de Esparta	Esparta	Hídrico
PSA en microcuenca Tiburones	Arizona	Hídrico
Juntas de agua Comunidad de Tegucigalpa, La Presa, Las Palmas y la Ausencia	La Ceiba	Forestal, Hídrico
Junta de Agua de la comunidad Roma	Jutiapa	Comunidad de Roma y Hotel Palma Real
Junta de Agua Los Olanchitos	Jutiapa	Comunidad de Los Olanchitos
Jardín Botánico Lancetilla	Tela	Captación de agua proveniente de la reserva biológica, sin una tarifa hídrica que permita acciones de manejo en el jardín botánico a través de una compensación.

### **Proyectos Hidroeléctricos Departamento de Atlántida**

De los proyectos de generación hidroeléctrica, ya formalizados mediante contratos de compra de energía, según Licitación Pública No. 100-1293-2009 de la ENEE y aprobados por el Congreso de la República en agosto 2010. El departamento de Atlántida representa el departamento con más proyectos aprobados (7) que corresponde al 15 % de los 47 proyectos aprobados a nivel nacional para un término de 30 años y representan un 24 % de los 29 identificados en proceso de construcción o potenciales en el departamento de Atlántida. Todos los proyectos son de Empresas privadas con limitada o ninguna participación comunitaria, algunos tienen previstos acciones de protección ambiental pero sin un concepto preciso de compensación ambiental.

**Cuadro 22. Proyectos de Energía Hidroeléctrica como Oferta potencial aprobada  
Departamento de Atlántida**

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Potencia Instalada (MW)</b>	<b>Nombre de la empresa</b>
Los Planes	Comunidad Los Planes, Aldea Mezapa, Tela	2.00	Centrales El Progreso S.A. de C.V.
San Juan	Cuenca del río San Juancito, Comunidad Las Delicias, Esparta (Cordillera Nombre de Dios).	6.40	Sociedad Industrias Conpempo S.A. de C.V.
San Juancito	Comunidad Las Delicias, Esparta	2.50	Sociedad Industrias Conpempo S.A. de C.V.
Río Perla	Comunidad Saladito, San Francisco	7.80	Hidroeléctrica Río Perla S.A. de C.V. (HIDROPERLA)
Cuyamel II	San Francisco	3.00	Compañía de San Francisco S.A. de C.V. (CONERSA)
Río Santiago	San Francisco y La Másica	2.50	Empresa Generadora Santiago S.A. de C.V.
<b>Cangrejal</b>	<b>Río cangrejal, La Ceiba.</b>	<b>40.00</b>	<b>Empresa Hydro Honduras S.A. HydroWest (30%) y Astaldi Columbus (Italia).</b>
<b>Total MW</b>		<b>64.20</b>	

Dos proyectos hidroeléctricos más están por iniciarse entre 2010-2011 y que ya están registrados en el Programa de Bonos de Carbono de la ONU; estos son:

1. Río Ulúa o Matarras, Suyapa de León, Arizona, con 1.35 Mw.
2. Río Mangungo, Mezapita, Arizona, con 1.45 Mw.



**Cuadro 23. Principales sitios potenciales de Servicios Ambientales Turísticos.  
Departamento de Atlántida.**

Nombre del sitio	Ubicación	Servicios Ofrecidos
Río María	8 Km de La Ceiba, Rio Maria cerca playas de Perú, sobre la carretera que va a Trujillo.	Selva húmeda y veredas a lo largo del río, pozas con agua cristalina y fresca con lugares para hacer picnic o para disfrutar de la naturaleza.
Comunidades Garífunas de Corozal y Sambo Creek, Las Playas de Perú,	Aldeas ubicadas a orillas del Mar, a unos 20 km. al este de La Ceiba, sobre la carretera a Trujillo.	Actividad comercial de pesca y comidas típicas. El turismo de playa y étnico. Deportes acuáticos y servicio hídrico.
Laguna de Zambuco vida silvestre,	Los humedales de Sambuco y el Río San Juan. Comunidades garífunas de Nueva Go, Rosita y Cayo Venado, Esparta, Atlántida	Ecoturismo. Construcción de albergues intercomunicados por senderos. Protección de biodiversidad, Vida Silvestre y zona de interconexión entre Cuero y Salado con Punta Hisopo.
Aldeas Garífunas: Río Tinto, Miami, Tornabé, San Juan, La Ensenada y Triunfo de la Cruz.	Municipio de Tela, Atlántida	Turismo de playa, comida típica y cultura garífuna, observación de especies,
3 nacimientos de Aguas Termales	Comunidades de La Presa, Los Chorritos y Agua Caliente. Municipio de La Másica.	Ecoturismo recreativo y Medicina Natural por medio de hidroterapia. Participación Patronato de Aldea agua caliente.
Balneario La Texas	Las Cumbres, La Másica.	Ecoturismo y Balneario. Riqueza biológica y sistemas agroforestales del trópico húmedo.
Laguna del Cacao. Parque Nombre de Dios	24 km al este de La Ceiba. Entre los municipios costeros de la Ceiba, Jutiapa y Balfate	Manglares. Actividades ecoturísticas. Observación de especies animales (aves, monos, etc.). Reality show.
Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado,	Desembocadura ríos Cuero y Salado, A 17 Km. de La Ceiba, sobre la carretera a Tela. Aldeas La Unión, Municipios de El Porvenir, La Másica, San Francisco y Arizona.	Turismo por medio de giras recreativas, educativas y científicas dentro el parque. Visitantes: centros educativos, turismo nacional, europeo y norteamericano.
Parque Nacional Punta Sal (Península y Laguna Micos)	Al oeste de la Bahía del municipio de Tela	Paquetes turísticos y Visitas programadas en lanchas, recorrido a la playa, jungla exótica, río de coral, laguna Micos, manglares, observación de la flora y fauna de la zona.
Parque Nacional Punta Izopo -	Cercana a la comunidad Triunfo de la Cruz, al este de Tela, abarca municipio de Arizona.	Turismo. Giras educativas y científicas en base a la flora y fauna silvestre.
Jardín Botánico y Centro Experimental de Lancetilla, Tela	Áreas de Arboretum y Reserva Biológica. Con un área superficial de 19.6 km <sup>2</sup> .	1,200 especies exóticas y nativas, distribuidas en 306 géneros y 117 familias. Visitantes ingresan según tarifas establecidas y paquetes turísticos. Giras educativas y científicas dentro del arboretum.

## **Proyecto Compensación de Carbono – MDL – Pico Bonito**

El proyecto de CO<sub>2</sub> es ejecutado por la empresa *Bosques Pico Bonito* que es una entidad fundada en el 2006 por EcoLogic y Fundación Parque Nacional Pico Bonito. Las operaciones del proyecto se localizan dentro del área de reserva del Parque Nacional Pico Bonito (Atlántida – Yoro). El parque abarca un total de 107.241 has en áreas forestales protegidas.

Las compensaciones de carbono serán certificadas bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de las Naciones Unidas (CDM), y/o por mercados voluntarios bajo la metodología del REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) del Fondo Biocarbono del Banco Mundial.

Aparte de vender Certificados de reducción de emisiones de carbono (CERs), la compañía también venderá créditos de Reducción de Emisiones Verificadas (VERs). Éstos créditos serán certificados hacia normas Clima, Comunidad y Biodiversidad (CCB), que fueron desarrolladas específicamente para proyectos de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra, y Forestación (LULUCF). Las compensaciones podrán ser adquiridas por compradores individuales o comerciales que quieran compensar su huella de carbono, ya sea comercial o individual.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- Los bienes y servicios ambientales son los beneficios que las personas, comunidades y las empresas obtienen de los ecosistemas naturales de manera directa e indirecta, principalmente en regiones con una amplia riqueza natural, como áreas protegidas boscosas y humedales tal como las existentes en el departamento de Atlántida.
- Del total de áreas protegidas en la costa Caribe el 36% son humedales marino costeros con remanentes de humedales boscosos de agua dulce, de los cuales el 77% se encuentran en el PNJK y un 23% distribuido entre RVSCS, PNPI, Laguna de El Cacao y RVS Laguna de Guaimoreto.
- La Región Atlántica de Honduras tiene una alta potencialidad para desarrollar mercados de bienes y servicios ambientales de manera más formal y con mecanismos definidos para establecer la Compensación por los Servicios de los Ecosistema de la región.
- La Existencia en Honduras de un marco legal en el sector Forestal, Áreas Protegidas y Agua que reconoce la existencia de los bienes y servicios ambientales, así como los mecanismos de compensación ambiental, brinda una amplia posibilidad institucional y de mercado para el desarrollo ambiental sostenible del departamento de Atlántida.
- Los principales bienes y servicios identificados para el departamento de Atlántida son Protección del recurso hídrico, Biodiversidad, Belleza escénica, Mitigación de gases de efecto invernadero y mitigación de riesgos o amenazas naturales. Sin embargo, el sector Turismo, Ecoturismo y Biodiversidad brindan una mayor dinámica entre el uso de los ecosistemas y las oportunidades de inversiones e iniciativas comunitarias que generen mejores condiciones de vida para la población y de sostenibilidad ambiental en el departamento.
- La biodiversidad desempeña un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas y en los numerosos servicios ambientales que proporcionan. Entre estos, se encuentran el ciclo de nutrientes, ciclo del agua, formación y retención del suelo, resistencia a las especies invasoras, la polinización de las plantas, la regulación del clima y fenómenos naturales, el control de las plagas y la contaminación en general.
- Las debilidades principales para el desarrollo de los servicios ecosistémicos se reflejan en el bajo rendimiento organizativo local, la débil institucionalidad, las limitadas capacidades humanas, falta de ordenamiento territorial, el incumplimiento de las leyes y ordenanzas ambientales, así como problemas de financiamiento, infraestructura para la prestación de servicios y estrategias de mercadeo.
- Desde los ecosistemas del Departamento de Atlántida se identifican problemas como la roza y quema del bosque tropical, la introducción de

monocultivos comerciales, la deforestación del bosque de mangle y bosque inundado, actividades extractivas de fauna y flora, establecimiento de pastos para actividades ganaderas, fragmentación por la construcción de carreteras, avance sin ordenamiento y análisis ambiental de proyectos de urbanización, turísticos e hidroeléctricos.

## 6.2 Recomendaciones

- En el corto plazo se deben realizar mayor cantidad de investigaciones científicas, estudios y valoraciones económicas que permitan visualizar y potencializar el valor de los ecosistemas y los bienes y servicios ambientales a nivel local y regional.
- Promover la concertación y formulación de una Estrategia Regional de Bienes y Servicios Ambientales, que brinde el marco orientador de la prioridades y compromisos de las diversas instancias publicas y privadas en función de facilitar las acciones de conservación y manejo ambiental bajo mecanismos sostenibles y de desarrollo integral del departamento de Atlántida.
- Fortalecer bajo el concepto de bienes y servicios ambientales los corredores biológicos enlazando los espacios intervenidos entre las diferentes áreas protegidas, áreas de conservación y humedales incrementando así el valor de conservación y uso sostenible mediante la continuidad de los hábitats y los ecosistemas del departamento.
- La temática de bienes y servicios ambientales requiere de mayor atención institucional y reflexión, que permita vincular otros sectores estratégicos como las cámaras de Comercio y de Turismo, la AGAA, SERNA, ICF, IHT, INA, Universidades, Institutos Técnicos de Secundaria y todo el sector de las ONGs nacionales e internacionales que apoyan el sector ambiental.
- Promover alianzas que permitan fortalecer o iniciar iniciativas que retomen los principios de los bienes y servicios ambientales, así como el establecimiento de mecanismos de compensación ambiental en diversas áreas de los ecosistemas del departamento.
- Formular estrategias específicas para el abordaje y la concertación de los principios de bienes y servicios ambientales en áreas críticas que hacen uso intensivo de los recursos naturales, por ejemplo la siembra de palma africana y piña, la ganadería y la industria láctea, los desechos de los centros poblados y ciudades, el establecimiento de presas hidroeléctricas y otros sectores críticos en el manejo de bienes maderables y no maderables del bosque.
- Promover o fortalecer mas iniciativas privadas o comunitarias en función de la biodiversidad del departamento como Zoocriaderos, corredores biológicos

naturales, jardines clonales y otros nichos de flora y fauna en peligro de extinción.

- Diseñar, fortalecer y concertar programas de formación y educación ambiental primaria, media y universitaria con el referente formativo y de voluntariado en función de los bienes y servicios ambientales que poseen los ecosistemas de la región Atlántica.
- Dentro de las temáticas del futuro Centro de Documentación e Interpretación Ambiental (CREDIA) que se construye en La Ceiba se debe dar prioridad a la visión y educación de conocer la realidad de los ecosistemas del Corredor Biológico Hondureño, desde un enfoque sostenible de bienes y servicios ambientales.
- Actualizar regularmente el presente inventario de Bienes y Servicios ambientales y complementarlo con estudios específicos y valoración económica de áreas geográficas y temas priorizados en la región Atlántica.
- Proponer que los métodos de evaluación e indicadores de impacto ambiental, contemplen criterios especiales para la intervención o cambio del uso en parques nacionales y zonas de humedales sin afectar la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales.
- Impulsar o facilitar opciones amigables con el ambiente como lo son los proyectos de biodiesel, generación de energía y captura de carbono, aprovechando las miles de hectáreas de palma africana y de otros rubros y subproductos de los recursos y plantaciones que existen en el departamento de Atlántida.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Biodiversidad: <http://hondubirding.wordpress.com/2008/05/21/?por-que-honduras-presenta-tanta-diversidad-de-especies/>
- Bosques Pico Bonito: <http://www.bosquespicobonito.com/es/carbon-offsets/>
- Diagnóstico Situacional Económico Productivo del Sector de Palma Africana en Honduras, Byron José Fajardo Muñoz, ZAMORANO, Carrera de Gestión de Agronegocios Diciembre, 2006
- Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Honduras, FAO: <http://www.fao.org/docrep/007/j0607s/j0607s03.htm>
- Fundación Ecologic: <http://www.ecologic.org/es/socios/honduras/pico-bonito-bosques-llc>
- Fundamentals of Physical Geography, Michael Pidwirny, Modulo Introductorio PSA en Peru.
- Gestión en Recursos Naturales(GNR), Estudios Ambientales y Forestales, Chile, <http://www.grn.cl/servicios-ambientales.html>
- Gomáriz, E. 1999. Género y desastres: introducción conceptual y criterios operativos. La crisis del huracán Mitch en Centroamérica. Fundación Género y sociedad (GESO). San José, CR. 247 p.
- <http://ents.iht.hn/> : Estrategia Nacional de Turismo Sostenible, IHT, Honduras.
- [http://www.iht.hn/?page\\_id=20](http://www.iht.hn/?page_id=20). Instituto Hondureño de Turismo (IHT).
- <http://sambocreek.com/index.php?p=ensenada>
- [http://www.katoombagroup.org/~katoomba/documents/events/event42/Borges\\_Introduccion\\_a\\_los\\_servicios\\_ambientales.pdf](http://www.katoombagroup.org/~katoomba/documents/events/event42/Borges_Introduccion_a_los_servicios_ambientales.pdf)
- [http://www.terra.hn/userfiles/image/energia/generacion\\_renovable/hidro\\_san\\_juan/mapa\\_ubicacion.jpg](http://www.terra.hn/userfiles/image/energia/generacion_renovable/hidro_san_juan/mapa_ubicacion.jpg)
- Información BIODIVERSIDAD: <http://www.hondurassilvestre.com/data/specie/>
- II Inventario y Caracterización Nacional de Acciones de Experiencias de Servicios Ambientales de Honduras, CONABISAH. 2008.
- Introduction to the Biosphere: Abiotic Factors and the Distribution of Species. Pidwirny, Michael (2006). Fundamentals of Physical Geography (2ª edición). esp. la sección "Abiotic Factors and Tolerance Limits."

- Inventario Nacional de Humedales de la república de Honduras, USAID MIRA – SERNA, 2009.
- Inventario Regional de Cuerpos de Aguas Continentales del Istmo Centroamericano (PREPAC) realizado en el año 2005.
- Jiménez, F. 2003. Apuntes de clases del curso de manejo de desastres naturales. Turrialba, CR.282 p
- Pico Bonito: <http://www.honduras.com/parquepicobonito/>
- PROLANSATE: <http://www.prolansate.org/htms/texiguat.htm>
- Región biogeográfica: Según el mapa de eco regiones de Honduras, (The Natural Conservancy MARC-Science), el PNJK comprende las ecorregiones

## VIII. ANEXOS

## **CONTRAPORTADA**

La presente publicación forma parte del apoyo a la República de Honduras por parte del Proyecto de Gestión Sostenible de Recursos Naturales y Cuencas del Corredor Biológico Mesoamericano en el Atlántico Hondureño - PROCORREDOR y no necesariamente refleja los puntos de la Unión Europea.

**Publicado por:**  
**Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) – PROCORREDOR**  
**con el apoyo técnico y financiero de la Unión Europea.**

**Producción: Fundación Hondureña de Ambiente y Desarrollo – Vida**  
**Contrato de SER -01-2008**  
**Septiembre 2010**

**Elaboración técnica de:**  
**Carlos Martínez Ardón**  
**Manuel Antonio Martínez Guzman**  
**Consultores**

**Supervisión y Validación técnica:**  
**Isaac Ferrera Vega**

**Mapas y Cuadros: Consultores**

**Diseño e Impresión:**