

### Legenda

- Puerto de Manzanillo
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico (1000 m)
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico - Área del Porto
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- Carretera 45 - Tramo - Dajabón - Copey
- Carretera Copey - Puerto Manzanillo

### LEYENDA

CUAT	PERIODO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
CUAT	HOLOCENO	Q <sub>1</sub>	17 Antrópico. Salinas	17
	PLEISTOCENO	Q <sub>2</sub>	16 Antrópico. Vertederos, escombreras y rellenos	16
TERCIARIO	PLIOCENO	INFERIOR N°	15 Cerdón litoral. Arenas	15
		SUPERIOR N°	14 Marisma alta. Limos y arenas finas	14
	MIOCENO	MEDIO N°	13 Marisma baja. Manglar	13

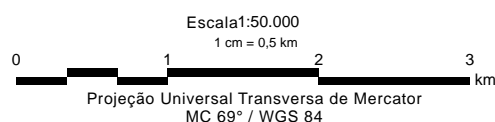
- 12 Coluviones. Gravas, cantos y limos
- 11 Glacia. Arenas y gravas
- 10 Abanicos aluviales. Gravas, arenas y limos
- 9 Depósitos de fondo de valle. Arenas y gravas con cantos
- 8 Llanura de inundación con cauces abandonados. Limos y arenas
- 7 Terrazas altas. Conglomerados con pátina ferruginosa
- 6 Formación La Isabela. Calizas arrecifales
- 5 Abanicos aluviales antiguos. Conglomerados, arenas y limos
- 4 Formación Gurabo. Calizas limosas con corales
- 3 Formación Gurabo. Margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas
- 2 Unidad de El Morro. Margas y calcarenitas en facies turbidítica
- 1 Unidad de Montecristi. Grauvacas y limolitas en facies turbidítica

### SÍMBOLOS GEOLÓGICOS

-----	Contacto concordante	15	Dirección y cantidad de buzamiento de la estratificación
- - - - -	Contacto discordante	+	Estratificación subhorizontal
---	Falla	f	Fóiles
---	Falla supuesta o cubierta	N° de orden	N° de orden
---	Erosión costera	Indicador y yacimientos minerales	Indicador y yacimientos minerales

### TRAMAS Y SÍMBOLOS ESPECÍFICOS PARA SECCIONES Y COLUMNAS

Conglomerados, arenas y limos (Abanico aluvial)	Conglomerados y limos (Llanura aluvial)
Margas con intercalaciones de calizas y areniscas	Evaporitas
Grauvacas y limolitas	Falla de desgarro con indicación de desplazamiento



Cliente:



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

Mapa 5.2.1.3.a :

### Mapa de Geología

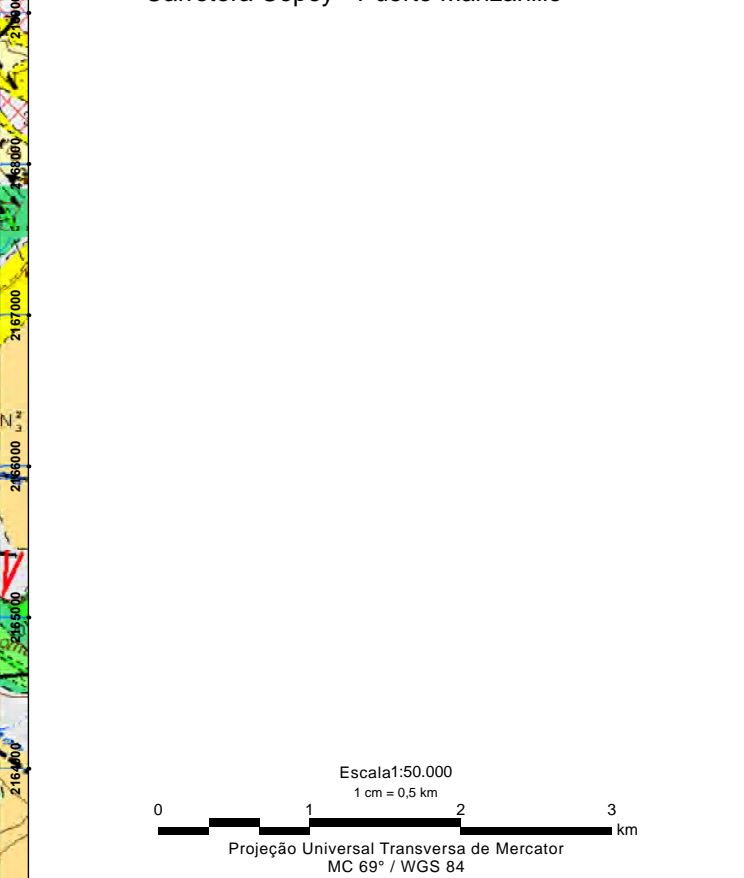
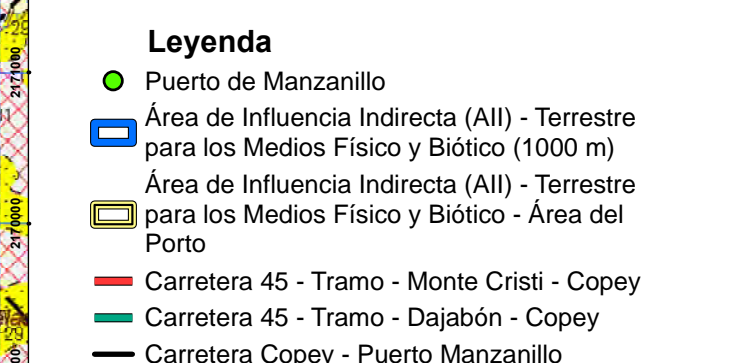
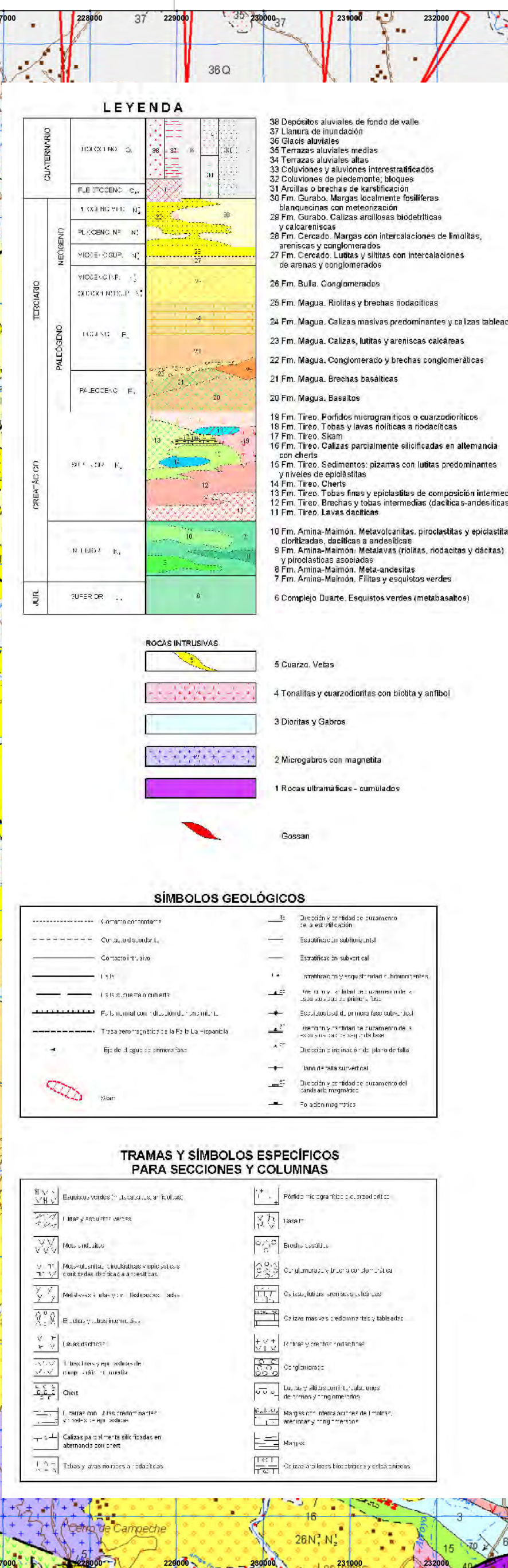
Hoja 2/3

Proyecto:

**Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS**  
**Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y**  
**Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:50.000	Mapa 5.2.1.3.a:	Ø





Cliente: **MOPC** | MINISTERIO DE  
 OBRAS PÚBLICAS Y  
 COMUNICACIONES

Mapa 5.2.1.3.a :

## Mapa de Geología

Hoja 3/3

Proyecto: **Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS**  
**Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y**  
**Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:50.000	Mapa 5.2.1.3.a:	Ø



oceánica, sometida a procesos de subducción, provoca por un lado la presencia de un vulcanismo de arco de isla, con diversos episodios eruptivos y la consiguiente presencia de materiales vulcano sedimentarios, y por otro la abundancia de rocas ígneas intrusivas en las series volcánicas y vulcano sedimentarias. La propia naturaleza de las rocas extrusivas, unida a la escasa anchura de las plataformas da lugar a frecuentes y rápidos cambios de facies.

- En segundo lugar la posición de la isla en un área de clima tropical es responsable de la alta productividad biológica de las aguas circundantes, posibilitando en las plataformas someras la formación de calizas arrecifales y la acumulación en las aguas más profundas de potentes serie de calizas pelágicas o hemipelágicas. Este mismo factor climático es igualmente responsable de las altas tasas de meteorización que van a favorecer la acumulación de grandes depósitos de materiales detríticos.
- En tercer lugar la intensa actividad tectónica, principalmente de desgarre transpresivo, que ha afectado a isla desde su formación, y de forma más evidente desde el Paleoceno, va a dar lugar por una parte a una elevada tasa de denudación y por otra a la formación de cuencas profundas y compartimentadas, donde podrán acumularse potentes series sedimentarias. Esta intensa actividad tectónica dará lugar asimismo a la presencia de frecuentes depósitos sintectónicos y a la yuxtaposición en el espacio de materiales originalmente depositados a distancias considerables.
- La repartición espacial de este conjunto de materiales es muy heterogénea, pudiendo diferenciarse, una serie de dominios tectosedimentarios con características diferenciadas. La naturaleza de estos dominios es desigual, ya que mientras unos representan terrenos alóctonos emplazados a favor de grandes fallas de desgarre, otros corresponden a diferenciaciones menores dentro de un mismo terreno y otros corresponden a materiales de cobertera posteriores a las principales etapas de deformación.

De Norte a Sur los dominios tectosedimentarios son los siguientes:

- Dominio de la Cordillera Septentrional, limitado al Norte por el océano atlántico y al Sur por la Falla Septentrional. Los materiales representados dentro del área de estudio pertenecerían en principio al denominado Bloque de Altamira de Zoeten (1988). En el área cartografiada, discordantemente sobre materiales marinos profundos del Cretáceo Inferior, se encuentra una potente serie de carácter fundamentalmente turbidítico, con episodios de margas de cuenca y facies de talud, que abarca una edad Oligoceno Superior a Plioceno Inferior.
- Dominio del Valle del Cibao, que abarca un conjunto de materiales de cobertera limitado al Sur por su discordancia basal. Las facies y litologías representadas son bastante variadas yendo desde conglomerados aluviales a margas de cuenca con buena representación de facies de plataforma somera y construcciones arrecifales. La potencia máxima acumulada, con un rango de edades Oligoceno Superior a Plioceno Superior, podría superar los 4000 m en su sector central, en las proximidades de la Falla Septentrional que constituye el límite Norte del dominio. En conjunto se trata de una cuenca con una historia compleja, que incluye en la parte alta del Plioceno la

formación de subcuencas, dispuestas de forma escalonada, en las que se acumularon grandes espesores de sedimentos. A estos materiales hay que añadir los depósitos aluviales que rellenan en la actualidad el valle del Yaque.

- El dominio de Amina-Maimón aflora bajo la discordancia basal del dominio del Valle del Cibao y probablemente constituye, en gran parte al menos, su zócalo. El límite Sur de este dominio coincide con el extremo Norte de la Zona de Falla de La Española. Los materiales representados, pertenecientes al Complejo de Amina Maimón son depósitos vulcano sedimentarios, de edad Cretáceo Inferior, que presentan una intensa deformación y no se encuentran nunca al Sur de la Falla de La Española.
- El dominio de Tavera tiene su área de afloramiento limitada a la Zona de Falla de La Española, y está ocupado por una serie compleja, al menos en parte sintectónica, y con espesor de difícil evaluación que incluye materiales volcánicos y vulcano sedimentarios, brechas de talud, turbiditas, calizas de plataforma y conglomerados fluviales, todo ello con un rango de edades comprendido entre el Eoceno Inferior y el Oligoceno Inferior.
- El dominio de la Cordillera Central se caracteriza por su gran complejidad y está limitado al Sur por la Falla de San José-Restauración. Los materiales más antiguos que afloran en este dominio son depósitos volcánicos y vulcano sedimentarios, de edad Jurásico Superior-Cretáceo Inferior, que presentan una deformación polifásica y son denominados Complejo Duarte. Sobre este “zócalo” se depositó una potente serie vulcano sedimentaria a la que siguen depósitos de talud y calizas pelágicas, todavía durante el Cretáceo Superior, y finalmente calizas de plataforma de edad Eoceno.
- Todos estos materiales están afectados por deformaciones de carácter transpresivo de intensidad variable según zonas y, además, se encuentran afectados por numerosas intrusiones, principalmente de carácter ácido, y diversos grados y tipos de metamorfismo.
- El dominio del Cinturón de Trois Rivières-Peralta está limitado al Sur por la Falla de San Juan-Los Pozos e incluye una potente serie con un rango de edades entre el Cenomaniano y el Mioceno Inferior. Los materiales y facies representados son muy diversos, con predominio de turbiditas y calizas pelágicas, pero incluyendo también materiales vulcano sedimentarios, calizas pelágicas y de plataforma, e importantes depósitos sintectónicos.
- El dominio de la Cuenca de San Juan ocupa la esquina Suroeste. Los materiales representados, en parte sintectónicos, abarcan un rango de edades desde el Oligoceno superior al Plio-Pleistoceno. Constituyen en conjunto una serie de relleno de cuenca pasándose de facies turbidíticas gradualmente hasta depósitos fluviales.

Además de estos materiales hay que señalar la presencia de una gran diversidad de materiales cuaternarios que en algunos casos llegan a ocupar la mayor parte de la superficie de la región del proyecto.



Dentro de la presente hoja los materiales representados y que se describen a continuación corresponden a los dominios de la Cordillera Septentrional y del Valle del Cibao.

### **Contexto Tectónico**

La isla La Española es la segunda en extensión de las Antillas Mayores, que forman el segmento septentrional de la cadena de arcos de isla que circunda la Placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela. Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (MANN *et al.*, 1991) o Arco de Isla Circum-Caribeño (BURKE, 1988). Existe un común acuerdo en que todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y que todos ellos se empezaron a formar en el área del Pacífico, a partir del Jurásico Superior-Cretáceo Inferior (MANN *et al.*, 1991b), como un arco volcánico más o menos continuo, el cual migró hacia el Este durante el Cretáceo Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (PINDEL y BARRET, 1990; 1994). Los procesos relacionados con el desarrollo y evolución de este arco en el segmento de la Cordillera Septentrional de la isla de La Española y, especialmente, en sus estadios finales, son los que conforman el cuerpo fundamental de este capítulo.

En la **Figura 5.2.1.3.a** se presenta un esquema geológico del área del Proyecto K que permite hacerse una idea de la estructura general.

La Española, junto con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a su traza, y al sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos (BYRNE *et al.*, 1985; MASSON y SCANLON, 1991). El margen norte de la Placa del Caribe ha evolucionado desde constituir un límite controlado por subducción en el Cretácico y parte del Eoceno, a ser hoy, tras la colisión de esta placa con la plataforma de las Bahamas (Colisión Arco-Continente), un límite dominado en gran parte por desplazamientos en dirección de carácter senestro, que acomodan el desplazamiento hacia el este de la Placa del Caribe en relación con Norteamérica (MANN *et al.*, 1991).

La subducción intraoceánica durante el Cretáceo Inferior, en los terrenos actualmente situados al norte de la Falla de La Española, una gran falla de desgarre que separa los dominios de Amina-Maimón y de la Cordillera Central, daría lugar a la formación de un arco isla primitivo, durante el Aptiense-Albiense (DRAPER *et al.*, 1996), así como un cambio composicional desde series N-MORB hacia series toleíticas (LEWIS *et al.*, 1995).

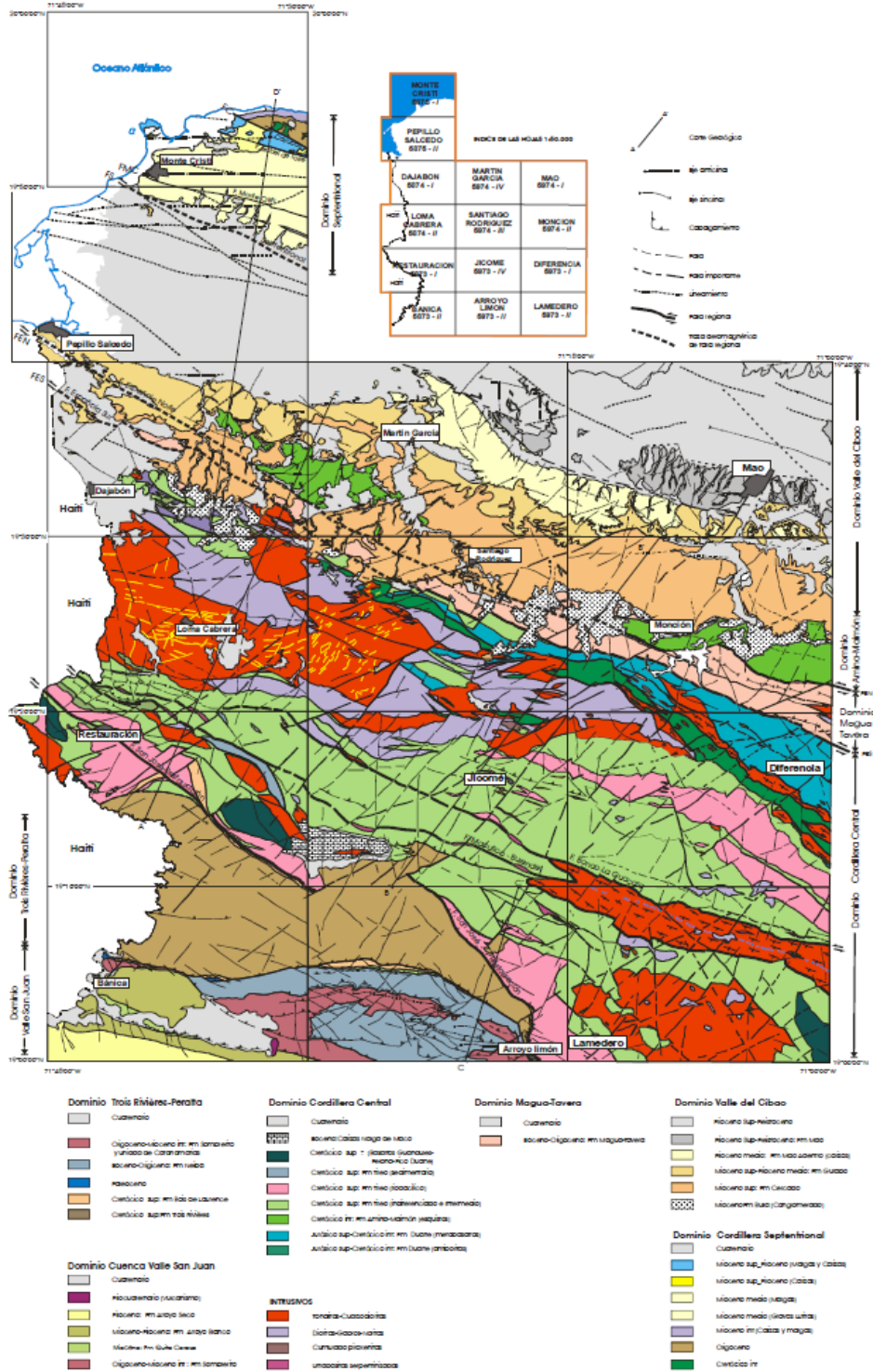
En el Cretáceo Superior, en los terrenos situados al sur de la Falla de la Española, la subducción hacia el Sur produce un importante magmatismo que da lugar por una parte a un nuevo arco volcánico (Arco II, representado por la Formación Tireo) y numerosas intrusiones gabro-diorítico-tonalíticas, así como un engrosamiento de la corteza oceánica y formación de una meseta oceánica, representada por la Formación Siete Cabezas con una edad equivalente a la de la Meseta Caribeña (Lewis *et al.*, 2002). Las rocas ígneas del segundo arco volcánico ("Arco II") pertenecen a series toleíticas de arco primitivo pasando en el tiempo a series calco-alcalinas, típicas de un estadio más maduro, con gran espesor de la corteza.

El margen meridional de la Isla de la Española y Puerto Rico ha pasado desde comportarse como una trasera de arco al comienzo del Eoceno, a constituir en la actualidad un margen



activo con subducción de la corteza oceánica del Caribe bajo el arco de islas Circum-Caribeño (BURKE *et al.*, 1978; BURKE, 1988; DOLAN *et al.*, 1991).

**Figura 5.2.1.3.a**  
**Esquema geológico del área del Proyecto**





La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, comenzó en el Eoceno medio en Cuba (PARDO, 1975) y terminó en el Oligoceno inferior en Puerto Rico (DOLAN *et al.*, 1991). Entre estas dos islas, en el segmento correspondiente a La Española, la colisión ocurrió en el intervalo Eoceno medio-superior. La tectónica de desgarre comenzó, en este margen Norte de la placa, a partir del Eoceno con la apertura del Surco del Caimán (MANN *et al.*, 1991 b) y se mantiene hasta la actualidad, en un contexto fundamentalmente transpresivo para todo el conjunto de la isla.

A partir del Eoceno Medio cesa la actividad magmática en el sector del arco correspondiente a las Antillas Mayores, pero continúa la deformación producida por importantes fallas con desgarres senestros, principalmente, con apertura de cuencas locales e intensa fracturación hasta la actualidad. En cambio, en las Antillas Menores la actividad magmática continúa hasta la actualidad, debido a la subducción del fondo oceánico atlántico en la Fosa de Barbados (PINDELL y BARRET, 1990; PINDELL, 1994).

El movimiento relativo hacia el Este de la Placa Caribeña respecto a la Placa Norteamericana, se acomoda en el margen septentrional de la isla de La Española por la zona de subducción de la fosa de Puerto Rico y por la falla Septentrional, en un tipo de articulación en el que se conjugan la convergencia oblicua, en la primera y los movimientos de desgarre senestro, en la segunda (DOLAN y MANN, 1998; DOLAN *et al.*, 1998).

## ESTRATIGRAFIA

En la secuencia se presentan las ocurrencias geológicas en el área del proyecto, incluyendo los dos componentes. Los mapas geológicos 1:50.000 con la litoestratigrafía de las hojas Monte Cristi, Pepillo Salcedo Y Dajabón fueran presentados como los **Mapas 5.2.1.3 a-c**.

### **Componente 1 – Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo**

#### ***Terciario***

Formación Gurabo: Margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas, calizas limosas con corales. Plioceno Inferior.

La Formación Gurabo aflora dentro de esta hoja en de dos áreas bien diferenciadas, por una parte en los alrededores de Pepillo Salcedo, en el ángulo suroeste de la hoja, y por otra en la parte noroccidental de la misma en tres afloramientos en las proximidades de la carretera de Montecristi y el curso del Yaque.

La mayor parte de la serie está constituida por una alternancia de margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas. En las afloramientos de la zona Norte la litología predominante son niveles de potencia de decimétrica a poco más de un metro de margas y lutitas calcáreas, pasando a veces a limolitas calcáreas, entre las que se intercalan ocasionales niveles decimétricos de areniscas de grano fino, y presentando algunas intercalaciones lenticulares de calizas coralinas con potencias de hasta 2 m.

Los niveles margosos presentan abundante fauna de carácter marino somero con pectínidos, ostreidos, gasterópodos, equinodermos, algas calcáreas y fragmentos de corales,

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	121



presentándose frecuentemente disueltos los bioclastos de naturaleza aragonítica. Los niveles de areniscas de grano fino se presentan techo de los niveles margosos en secuencias negativas de somerización que en ocasiones culminan con un nivel de raíces de manglar. Las calizas coralinas forman cuerpos de reducida extensión lateral compuestos fundamentalmente por fragmentos de corales ramosos que dan una estratificación cruzada a media y gran escala. En los núcleos y los bordes de los cuerpos se identifican en ocasiones corales y pequeños biohermos en posición de vida. En los afloramientos del sector Sur están presentes estas mismas facies, entre las que se intercalan, además, niveles detríticos con potencias de hasta 2 m con microconglomerados y arenas de grano grueso y medio. Se presentan por lo general en secuencias positivas con base erosiva que en los casos más completos constan de muro a techo de conglomerados y arenas gruesas sin estructuración, arenas gruesas medias con estratificación cruzada en surco y arenas medias-finas con laminación cruzada plana y “herring bone”. El medio de depósito puede caracterizarse como marino transicional en ambiente de marismas en que las arenas finas representarían depósitos de “levee” y los detríticos gruesos corresponderían a secuencias de relleno de canales mareales.

En los afloramientos del sector sur se ha cartografiado, además, una facies de predominio carbonatado constituida fundamentalmente por calizas blanquecinas limosas con corales entre las que se intercalan niveles de calizas “grainstone” y margas o calizas nodulosas. Las calizas limosas son biomicritas con contaminación terrígena de finos que puede localmente ser importante y son básicamente biomicritas con textura “wackestone-packestone”.

Incluyen frecuentes corales y pequeños biohermos de corales en posición de vida de hasta 1 m de altura entre los que predominan claramente las formas globosas, pero con presencia ocasional de colonias ramificadas. La bioturbación, fundamentalmente de *Thalassinoides*, puede llegar a ser muy intensa en algunos puntos dando lugar a la formación de niveles intensamente nodulizados. Los niveles de calizas “grainstone”, y ocasionalmente “rudstone”, tienen potencias decimétricas y son fundamentalmente bioclásticas, aunque los intraclastos pueden alcanzar en las “rudstone” hasta el 24%. Son de color blanquecino y presentan una elevada porosidad móldica, correspondiendo a facies de alta energía dentro de una zona arrecifal muy somera.

Las muestras micropaleontológicas tomadas dentro de esta unidad en la presente hoja han proporcionado asociaciones de foraminíferos planctónicos con las especies *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. obliquus* y *Orbulina universa* que no permiten precisar su edad más allá del intervalo Mioceno Superior-Plioceno. En base a correlación regional se asigna a la formación una edad Plioceno Inferior.

### **Cuaternario**

#### **Formación La Isabela: Calizas arrecifales. Pleistoceno**

La Formación La Isabela fue definida por Marcano y Tabares (1982) quienes la han datado como perteneciente al Pleistoceno temprano. Esta Formación aflora dentro de la hoja en los alrededores de Pepillo Salcedo con algunos buenos afloramientos en el casco urbano y en la zona de costa próxima a la frontera con Haití. Son calizas arrecifales y pararrecifales con abundantes corales, frecuentemente en posición de vida, que en los afloramientos presentan colores blancuzcos y fuera de la línea de costa suelen presentar una pátina calicheide,

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudio de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	122



generalmente milimétrica, pero que puede alcanzar espesores de 4 o 5 cm. La matriz, localmente abundante es un “grainstone” bioclástico y presentan cemento micrítico ocasionalmente recrystalizado. Ocasionalmente se aprecian fenómenos de sideritización a favor de diaclasas.

Además de corales la unidad presenta una fauna muy abundante, predominantemente de moluscos, con especies actuales, entre las que destaca la presencia de grandes conchas de Lambí (*Strombus gigas*). Los corales, pertenecientes a especies actuales, al menos en su mayoría, presentan formas muy variadas, desde ramificados hasta hemisféricos. La cota máxima que alcanzan los afloramientos de esta formación dentro de la hoja es de unos

#### Terrazas altas: Conglomerados con pátina ferruginosa. Pleistoceno

Los materiales atribuidos a terrazas altas son depósitos tabulares horizontales, con hasta 4 m de potencia, de cantos rodados polimícticos con tamaños predominantes de entre 3 y 15 cm y matriz arenosa. La composición de los cantos, con metavulcanitas, anfibolitas dioritas y gabros, indica su procedencia de la Cordillera Central. Los cantos presentan una pátina ferruginosa, que afecta también a la matriz, y que da a los depósitos tonos rojizos. Los afloramientos son por lo general muy mediocres y únicamente en algunos puntos puede apreciarse la presencia de estratificaciones cruzadas e imbricación de cantos.

Su atribución a niveles altos de aterrazamiento se basa en la altura de su base, unos 30 m, en relación con la mucho menor cota relativa que presentan las terrazas medias en las proximidades de la llanura aluvial del Yaque en la hoja de Mao, no obstante, es también posible que estos depósitos estén en relación con el río Masacre, cuyos niveles de aterrazamiento son menos conocidos, y podrían ser más altos, con lo que no se descarta que puedan representar terrazas medias de este último río. En cualquier caso cabe atribuirles una edad pleistocena, tanto por su cota de aterrazamiento como por la rubefacción que presentan.

#### Marisma baja: manglar. Holoceno

Los manglares que ocupan dentro de la hoja las áreas de marisma baja no permiten en general observar los materiales que ocupan esta franja, si bien en algunos casos se ha podido observar la presencia de fangos con alto contenido en materia orgánica y abundantes conchas de bivalvos y gasterópodos, frecuentemente en posición de vida.

#### Marisma alta: limos y arenas finas. Holoceno

Son depósitos, de carácter eminentemente detrítico fino. En algunos casos son visibles grandes superficies con eflorescencias salinas. Se trata básicamente de limos de colores negruzcos y olor fétido que incorporan abundantes restos de bivalvos y gasterópodos. No es posible el establecimiento de su espesor, posiblemente de orden métrico a decamétrico. En cuanto a su edad, corresponden al Holoceno.

#### Cordón litoral: arenas. Holoceno

Un gran cordón litoral arenoso se desarrolla en la hoja desde punta Presidente hasta la desembocadura del Yaque. Se trata de arenas finas a medias, con estratificación cruzada plana



y niveles de concentración de minerales pesados, que tierra adentro han dejado una serie de crestas correspondientes a cordones relictos. En las zonas situadas entre crestas se desarrollan pequeños campos de dunas, nucleadas por la vegetación, con alturas decimétricas. En las crestas, sobre todo en la adyacente a la costa y las próximas al límite con la marisma, se superponen también en ocasiones pequeñas dunas que pueden llegar a alcanzar alturas próximas a un metro.

El conjunto del cordón litoral presenta una forma característica de un delta dominado por las olas, que sería, en gran parte, un delta relictos relacionado con la antigua desembocadura del Yaque en Punta Luna. El extremo Noreste del cordón litoral está afectado en estos momentos por una fuerte erosión costera, habiendo llegado a retroceder la línea de costa más de 300 m, como puede comprobarse comparando los mapas topográficos a escala 1:50.000 de 1984 con la ortoimagen de satélite a la misma escala de 2002. Este retroceso probablemente está relacionado con la fuerte antropización de la llanura de inundación del Yaque, en la que se han construido numerosos canales artificiales que disminuyen la carga.

#### Antropico: Vertederos, escombreras y rellenos. Holoceno

Al sur de la ciudad de Pepillo Salcedo se encuentra un vertedero con relleno de escombros que ocupa una superficie de unos 250.000 m<sup>2</sup>. Dentro de la misma ciudad la carretera al puerto y parte de las instalaciones portuarias ocupan un espacio de la marisma relleno con escombros. Otros pequeños vertederos, en las inmediaciones de núcleos de población, son muy frecuentes, pero no tienen dimensiones representables a la escala de la cartografía realizada.

### **Componente 2 - Rehabilitación de las carreteras de acceso al Puerto de Manzanillo**

#### **Tramo Monte Cristi - El Copey**

##### ***Terciario***

#### Unidad de Montecristi - Grauvacas y limolitas en facies turbidítica. Mioceno Medio-Superior

Los materiales pertenecientes a esta unidad habían sido incluidos por Zoeten *et al.* (1991), en su cartografía, como pertenecientes a la Formación Las Lavas, con la que presenta netas diferencias tanto litológicas y faciales como de edad. Eberle y Mollat (1991) cartografiaban estos materiales como pertenecientes a su unidad "Tmis-TplD", a la que atribuyen una edad Mioceno superior-Plioceno en facies deltaica. Zoeten y Mann (1999) la incluyen en su "Serie de Villa Vázquez", en realidad un conjunto heterogéneo de varias unidades litoestratigráficas, algunas de las cuales pertenece en realidad al Dominio Tectoestratigráfico del Valle del Cibao.

La litología predominante de la unidad son grauvacas alternantes con limolitas, entre las ocasionalmente se intercalan algunas capas margosas y niveles conglomeráticos. En la mayor parte de la serie las grauvacas, de tonos verdosos en fresco y parduscas cuando están alteradas, presentan potencias del orden de los 15-30 cm con laminaciones predominantemente paralelas, raramente con "ripples" y granoselección positiva. En algunos puntos las capas grauvácicas tienen potencias predominantes del orden del metro, y hacia el techo, la parte media y en los tramos aparentemente más bajos se encuentran megacapas de



hasta 30 m de potencia, a veces con gradación positiva comenzando por microconglomerados en la base, y otras veces caóticas con “slumps”. Excepcionalmente se intercalan capas de potencia entre 50 y 100 cm de calizas brechoides. Las limolitas presentan frecuentemente restos vegetales, que también están presentes más raramente en facies arenosas. La serie se organiza por lo general en ciclos granodecrecientes que en el caso más completo pueden tener a techo niveles de ente 1 y 10 cm de calizas pelágicas, de color blanquizco y muy porosas, con abundantes foraminíferos planctónicos. La bioturbación de tipo figurativo es frecuente en los muros de los niveles grauváquicos, especialmente en las facies con capas de poca potencia, habiéndose podido identificar entre otros icnofósiles *Paleodictyon*, *Rhynchonellium*, *Zoophycus*, y *Chondrites*, indicadores de un medio marino profundo.

Petrológicamente las grauvacas se presentan como litoarenitas en que predominan los granos de fragmentos de rocas, principalmente metamórficas seguidas por volcánicas y calizas. Los granos de cuarzo llegan a alcanzar el 16%, mientras que los feldespatos, predominantemente potásicos se mantienen en el entorno del 10%. Ocasionalmente los fragmentos de “chert” pueden llegar a alcanzar valores del 6%. La matriz, micrítico-arcillosa puede llegar al 47%. Los granos por lo general son bastante angulosos.

Las calizas pelágicas que aparecen a techo de algunas secuencias se presentan como biomicritas con textura “mudstone-wackestone” y una elevada porosidad secundaria. El contenido terrígeno consiste en partículas de cuarzo tamaño limo que alcanzan valores en torno al 7%.

Las turbiditas carbonatadas son “grainstones –rudstones” bioclásticas con abundantes algas rojas y macroforaminíferos con hasta un 6% de intraclastos consistentes fundamentalmente en fragmentos de rocas carbonatadas y algunos granos de cuarzo.

Sedimentológicamente Ardévol (2004) ha podido diferenciar tres asociaciones de facies dentro del sistema turbidítico:

- a) Facies de llanura submarina. Las grauvacas, de grano medio-fino, están en proporción 1 a 2 respecto a las lutitas, y presentan laminación paralela en bancos gruesos que pasan a techo al término lutítico, y culminando con una capa de potencia centimétrica de hemipelagita carbonatada. La secuencia general es estrato y granodecreciente.
- b) Facies de lóbulo distal. Alternancia regular de grauvacas y lutitas. Las grauvacas presentan estratificación media-gruesa con frecuente laminación paralela y en algunos casos ripples de tipo cabalgante a techo de los cuerpos. Algunas capas muestran un brusco salto granulométrico por encima de un término basal de grano grueso de 1-2 cm. A techo de las secuencias puede aparecer una delgada capa de hemipelagitas de 1-2 cm.
- c) Facies de canal. Cuerpos arenosos de escala métrica, frecuentemente amalgamados y otras veces separados por niveles decimétrico de lutitas con intercalaciones de areniscas tabulares (depósitos de intercanal). Las secuencias arenosas son granodecrecientes o en ocasiones caóticas con “slumps”. Las superficies de estratificación en los cuerpos amalgamados pueden en ocasiones distinguirse por la presencia de saltos granulométricos o niveles de cantos blandos. La clasificación en las



grauvacas es muy mala y el tamaño de grano en algunos cuerpos puede ser de microconglomerado o incluso conglomerado.

Las muestras micropaleontológicas tomadas dentro de la unidad en el marco del presente proyecto han proporcionado asociaciones de foraminíferos planctónicos indicativas de una edad indeterminada dentro del intervalo Mioceno Superior- Plioceno Inferior conteniendo entre otras especies *Globorotalia menardii*, *Globoquadrina altispira*, *Spharoidinellopsis semilunina*, *S. subdehiscens*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides trilobus*, *G. obliquus extremus*, *G. aff. conglobatus* y *Globigerina bulloides*. Las muestras tomadas en turbiditas calcáreas han proporcionado asociaciones de foraminíferos bentónicos indicativas de una edad imprecisa Mioceno medio-superior. Una muestra tomada en materiales de esta unidad en la hoja de Pepillo Salcedo por Cepeck y Weiss (1991) les ha proporcionado una asociación de nanofósiles indicativa de las zonas NN-5 a NN-6, del Mioceno Medio. En base a estos datos y a su posición dentro de la serie general se puede atribuir a la unidad una edad Mioceno Medio-Superior.

Formación Gurabo. Margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas, calizas limosas con corales. Plioceno Inferior

La Formación Gurabo aflora dentro de esta hoja en de dos áreas bien diferenciadas, por una parte en los alrededores de Pepillo Salcedo, en el ángulo suroeste de la hoja, y por otra en la parte noroccidental de la misma en tres afloramientos en las proximidades de la carretera de Montecristi y el curso del Yaque.

La mayor parte de la serie está constituida por una alternancia de margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas. En las afloramientos de la zona Norte la litología predominante son niveles de potencia de decimétrica a poco más de un metro de margas y lutitas calcáreas, pasando a veces a limolitas calcáreas, entre las que se intercalan ocasionales niveles decimétricos de areniscas de grano fino, y presentando algunas intercalaciones lenticulares de calizas coralinas con potencias de hasta 2 m.

Los niveles margosos presentan abundante fauna de carácter marino somero con pectínidos, ostreidos, gasterópodos, equinodermos, algas calcáreas y fragmentos de corales, presentándose frecuentemente disueltos los bioclastos de naturaleza aragonítica. Los niveles de areniscas de grano fino se presentan techo de los niveles margosos en secuencias negativas de somerización que en ocasiones culminan con un nivel de raíces de manglar. Las calizas coralinas forman cuerpos de reducida extensión lateral compuestos fundamentalmente por fragmentos de corales ramosos que dan una estratificación cruzada a media y gran escala. En los núcleos y los bordes de los cuerpos se identifican en ocasiones corales y pequeños biohermos en posición de vida. En los afloramientos del sector Sur están presentes estas mismas facies, entre las que se intercalan, además, niveles detríticos con potencias de hasta 2 m con microconglomerados y arenas de grano grueso y medio. Se presentan por lo general en secuencias positivas con base erosiva que en los casos más completos constan de muro a techo de conglomerados y arenas gruesas sin estructuración, arenas gruesas medias con estratificación cruzada en surco y arenas medias-finas con laminación cruzada plana y “herring bone”. El medio de depósito puede caracterizarse como marino transicional en ambiente de marismas en que las arenas finas representarían depósitos de “levee” y los detríticos gruesos corresponderían a secuencias de relleno de canales mareales.



En los afloramientos del sector sur se ha cartografiado, además, una facies de predominio carbonatado constituida fundamentalmente por calizas blanquecinas limosas con corales entre las que se intercalan niveles de calizas “grainstone” y margas o calizas nodulosas. Las calizas limosas son biomicritas con contaminación terrígena de finos que puede localmente ser importante y son básicamente biomicritas con textura “wackestone-packestone”.

Incluyen frecuentes corales y pequeños biohermos de corales en posición de vida de hasta 1 m de altura entre los que predominan claramente las formas globosas, pero con presencia ocasional de colonias ramificadas. La bioturbación, fundamentalmente de *Thalassinoides*, puede llegar a ser muy intensa en algunos puntos dando lugar a la formación de niveles intensamente nodulizados. Los niveles de calizas “grainstone”, y ocasionalmente “rudstone”, tienen potencias decimétricas y son fundamentalmente bioclásticas, aunque los intraclastos pueden alcanzar en las “rudstone” hasta el 24%. Son de color blanquecino y presentan una elevada porosidad móldica, correspondiendo a facies de alta energía dentro de una zona arrecifal muy somera.

Las muestras micropaleontológicas tomadas dentro de esta unidad en la presente hoja han proporcionado asociaciones de foraminíferos planctónicos con las especies *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. obliquus* y *Orbulina universa* que no permiten precisar su edad más allá del intervalo Mioceno Superior-Plioceno. En base a correlación regional se asigna a la formación una edad Plioceno Inferior.

### **Cuaternario**

#### Llanura de inundación: Fangos arenas y gravas. Holoceno

En el tramo Monte Cristi – El Copey es la unidad de mayor representatividad. Los materiales pertenecientes a la llanura de inundación del río Yaque están constituidos fundamentalmente por fangos y en menor proporción por niveles arenosos que presentan algunos horizontes de gravas. Su superficie está ocupada por cultivos. La potencia máxima observable dentro de la hoja es de unos 4 m, pero probablemente es mucho mayor. Dentro de la hoja se pueden apreciar numerosos meandros y cauces abandonados producto de procesos de avulsión. El hecho de que algunos de estos cauces abandonados sigan lineamientos tectónicos plantea la posibilidad de que el abandono de los cauces haya tenido, al menos en algún caso un cierto control estructural, probablemente a favor de pequeños escarpes de falla presentes en la llanura aluvial que podrían encauzar las avulsiones. Alguno de estos cambios de cauce ha tenido lugar en épocas históricas, como testimonia la toponimia (Caño de los Indios), y tal como ha sido recogido por Fuente (1976). Según este autor el río fue reencauzado a finales del siglo XIX a su actual desembocadura después de que durante una gran avenida, de fecha no registrada, se hubiera desviado a la bahía de Manzanillo.

#### Marisma baja: manglar. Holoceno

Los manglares que ocupan dentro de la hoja las áreas de marisma baja no permiten en general observar los materiales que ocupan esta franja, si bien en algunos casos se ha podido observar la presencia de fangos con alto contenido en materia orgánica y abundantes conchas de bivalvos y gasterópodos, frecuentemente en posición de vida.



### Marisma alta: limos y arenas finas. Holoceno

Son depósitos, de carácter eminentemente detrítico fino. En algunos casos son visibles grandes superficies con eflorescencias salinas. Se trata básicamente de limos de colores negruzcos y olor fétido que incorporan abundantes restos de bivalvos y gasterópodos. No es posible el establecimiento de su espesor, posiblemente de orden métrico a decamétrico. En cuanto a su edad, corresponden al Holoceno.

### Antrópico: salinas. Holoceno

Constituyen el único depósito antrópico cartografiable de la zona, estableciéndose siempre en zonas de marisma alta. Su aprovechamiento se realiza de forma artesanal por el típico proceso de encharcamiento y evaporación. Tanto la zona encharcada como las acumulaciones de sal sufren modificaciones temporales en función de la propia dinámica de las salinas. Evidentemente, se trata de depósitos actuales.

Otros depósitos antrópicos existentes dentro de la hoja, aparte de las construcciones urbanas y los derivados de las infraestructuras viarias, carecen de dimensiones cartografiables. Los pequeños vertederos de residuos urbanos son frecuentes en los alrededores de Montecristi, sobre todo a lo largo de la pista hacia Isabel de Torre.

Otros depósitos antrópicos de carácter singular y dimensiones muy reducidas son los concheros de Lambí (*Strombus gigas*) que por lo general son acumulados por los pescadores en la línea de costa formando cordones alargados o pequeños montículos que llegan a alcanzar alturas ligeramente superiores a 1 m. Es de destacar la presencia de algunos de estos montículos en áreas actualmente alejadas de la línea de costa hasta 2.500 m, y por detrás de zonas actualmente ocupadas por manglar, hábitat no utilizado por estos gasterópodos.

## **Tramo El Copey - Dajabón**

### ***Terciario***

#### Formación Magua

La Formación Magua (PALMER, 1963) presenta un área de afloramiento limitada a la Zona de Falla de La Española. Consiste en una serie en parte sintectónica y de gran espesor, aunque de difícil evaluación, que incluye materiales volcánicos y vulcano sedimentarios, brechas de talud, turbiditas, calizas de plataforma y conglomerados fluviales, todo ello con un rango de edades probablemente comprendido entre el Paleoceno y el Oligoceno.

La Formación aflora en una banda ONO-ESE entre Dajabón y Monción, extendiéndose al E por San José de las Matas y Jánico, a lo largo de la ZFLE (CONTRERAS *et al.*, 2004; ESCUDER VIRUETE *et al.*, 2006). Estos materiales se disponen en discordancia angular sobre el Complejo Duarte y la Formación Tireo. Las intercalaciones de calizas dentro de la Fm. Magua han proporcionado microfauna de edad Cretácico Superior-Eoceno Superior, aunque puede tratarse de rocas re sedimentadas, o de unidades temporalmente posteriores. En el área de Monción-Santiago Rodríguez, las rocas volcánicas (Miembro el Rodeo) están representadas por



flujos basálticos, autobrechas, diques doleríticos e intercalaciones de tobas finas y cineritas básicas, las cuales presentan una afinidad OIB intraplaca (ESCUDER VIRUETE, 2004).

La deformación asociada a la Zona de Falla de La Española que afecta a las rocas de la Fm Magua y unidades infrayacentes es muy heterogénea y de características dúctil-frágil y frágiles, dando lugar a la formación de rocas miloníticas y filoníticas primero, y rocas cataclásticas más o menos foliadas y bandas de harinas de falla después, marcando el progresivo descenso de la temperatura de la deformación y su localización en zonas más estrechas con el tiempo.

#### Formación Cercado. Margas con intercalaciones de limonitas, areniscas y conglomerados. Mioceno Superior

La Formación Cercado se apoya en contacto conforme o para conforme sobre la Formación Bulla o en contacto discordante sobre las Formaciones Tabera y Amina-Maimón. La potencia máxima de la Formación es de unos 400 m en las hojas de Mao y Monción disminuyendo hacia el Oeste hasta casi desaparecer en las proximidades de Pepillo Salcedo.

Dentro de la Formación se diferencian tres miembros informales, uno inferior predominantemente detrítico, un miembro medio de predominio margoso y un miembro superior carbonatado (Calizas de Ahuyamas).

En el área de influencia del tramo El Copey - Dajabón, ocurre solamente el mebro mediano. Su litología predominante son margas, de tonos verdosos en fresco y anaranjados en superficie, con algunas intercalaciones de areniscas finas y calizas bioclásticas arenosas. Pude ocurrir la presencia de diques clásticos y alguna pequeña falla extensional sinsedimentaria y en la sección del río Gurabo con la presencia de niveles de sismo evento al techo del miembro ya notados por Saunders et al (1986).

El miembro Superior, calizas de Ahuyamas (2), aflora en la hoja de Mao en la zona del río Gurabo y en el arroyo de Los Guanos, en el borde Sur-oeste de la hoja. Con una potencia máxima del orden de los 120 m está constituido fundamentalmente por calizas arenosas intensamente bioturbadas y calizas nodulosas, presentando en su parte media una intercalación de carácter más margoso. Los tramos basales son ricos en corales, a veces en posición de vida, y muestran geometrías progradantes en “onlap” sobre las margas del miembro medio.

#### Formación Gurabo. Plioceno Inferior

Las ocurrencias de margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas son las mismas descriptas en el tramo anterior. Sin embargo, en el tramo en la carretera de Montecristi a Dajabón también se reconoce una serie de unos metros de calizas y lutitas entre las que destaca un gran cuerpo de calizas biodetríticas con estratificaciones cruzadas a gran escala y que incorpora numerosos fósiles de corales que incluyen dos colonias en posición de vida. Dentro de las lutitas puede apreciarse en algunos puntos la existencia de huellas de raíces de mangle que en algún caso presentan adheridos fósiles de ostréidos.



## **Cuaternario**

### Coluviones, Gravas, Cantos y Limos. Holoceno

Constituyen un pequeño afloramiento dentro de la hoja al Sureste de Copey. En general se trata de depósitos muy heterométricos, con acumulación caótica de bloques, cantos y gravas con escasa matriz limosa, probablemente lavada. Los cantos, que alcanzan tamaños decimétricos, son de calizas arcillosas, frecuentemente coralinas, de la Formación Gurabo, y están englobados en una matriz areno-arcillosa de color amarillento. Su potencia y características internas también son variables, no pudiendo precisarse aquélla por ausencia de cortes de detalle, aunque se deducen potencias de orden métrico en dirección de Dajabón. En cuanto a su edad, se asignan al Holoceno.

### Terrazas altas. Pleistoceno

Los materiales atribuidos a terrazas altas son depósitos tabulares horizontales, con hasta 4 m de potencia, de cantos rodados polimícticos con tamaños predominantes de entre 3 y 15 cm y matriz arenosa. La composición de los cantos, con metavulcanitas, anfibolitas dioritas y gabros, indica su procedencia de la Cordillera Central. Los cantos presentan una pátina ferruginosa, que afecta también a la matriz, y que da a los depósitos tonos rojizos. Los afloramientos son por lo general muy mediocres y únicamente en algunos puntos puede apreciarse la presencia de estratificaciones cruzadas e imbricación de cantos. Su atribución a niveles altos de aterrazamiento se basa en la altura de su base, unos 30 m, en relación con la mucho menor cota relativa que presentan las terrazas medias en las proximidades de la llanura aluvial del Yaque, no obstante, es también posible que estos depósitos estén en relación con el río Masacre, cuyos niveles de aterrazamiento son menos conocidos, y podrían ser más altos, con lo que no se descarta que puedan representar terrazas medias de este último río. En cualquier caso cabe atribuirles una edad pleistocena, tanto por su cota de aterrazamiento como por la rubefacción que presentan.

### Glacis aluviales: arenas y gravas. Holoceno

Depósitos de glacis, constituidos por arenas y gravas con una estratificación plana difusa, afloran en la zona meridional de la hoja en el límite entre la llanura aluvial del Yaque y los materiales neógenos del Valle del Cibao. Presentan alternancias centimétricas a decimétricas de arenas finas a medias y arcillas mal clasificadas provocadas por flujos laminares de agua sobre una superficie plana, que se presenta ligeramente inclinada y ondulada por la sucesión de eventos erosivos y de sedimentación ligados a estos flujos laminares. La potencia máxima se puede estimar unos 10m. El color oscila entre marrón rojizo en las arcillas y amarillento-anaranjado en las facies arenosas. Una característica de estos glacis es la ausencia de red hidrográfica perenne bien marcada aunque se encuentran ligeramente erosionados e incididos por la red fluvial actual.

Otros glacis, de características similares a los anteriores, aunque más pequeños, están presentes en la parte nororiental de la hoja situándose inmediatamente al Sur de la Falla de Montecristi.



### Llanura de Inundación

Los materiales pertenecientes a la llanura de inundación están constituidos fundamentalmente por fangos y en menor proporción por niveles arenosos que presentan algunos horizontes de gravas. Su superficie está ocupada por cultivos. La potencia máxima observable dentro de la hoja es de unos 4 m, pero probablemente es mucho mayor.

### Depósitos aluvionares de fondo de valle

Los fondos de valle están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, pudiendo señalarse orientativamente un diámetro máximo de 10-20 cm. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste puede variar notablemente en función del curso en cuestión; en los de mayor envergadura podría alcanzar 5 m. Constituyen una de las principales manifestaciones de la dinámica actual, por lo que se asignan al Holoceno.

### **Tramo El Copey – Puerto de Manzanillo**

#### Formación Gurabo: Margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas, calizas limosas con corales. Plioceno Inferior

Corresponde a la misma formación ya descrita en el tramo Monte Cristi – El Copey. Ocurre principalmente como una alternancia de margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas.

#### Formación La Isabela: Calizas arrecifales, Pleistoceno

La Formación La Isabela fue definida por Marcano y Tabares (1982) quienes la han datado como perteneciente al Pleistoceno temprano. Esta Formación aflora dentro de la hoja en los alrededores de Pepillo Salcedo con algunos buenos afloramientos en el casco urbano y en la zona de costa próxima a la frontera con Haití. Son calizas arrecifales y pararrecifales con abundantes corales, frecuentemente en posición de vida, que en los afloramientos presentan colores blancuzcos y fuera de la línea de costa suelen presentar una pátina calicheide, generalmente milimétrica, pero que puede alcanzar espesores de 4 o 5 cm. La matriz, localmente abundante es un “grainstone” bioclástico y presentan cemento micrítico ocasionalmente recrystalizado. Ocasionalmente se aprecian fenómenos de sideritización a favor de diaclasas. Además de corales la unidad presenta una fauna muy abundante, predominantemente de moluscos, con especies actuales, entre las que destaca la presencia de grandes conchas de Lambí (*Strombus gigas*). Los corales, pertenecientes a especies actuales, al menos en su mayoría, presentan formas muy variadas, desde ramificados hasta hemisféricos. La cota máxima que alcanzan los afloramientos de esta formación dentro de la hoja es de unos 7 m.

#### Marisma alta: limos y arenas finas. Holoceno

Son depósitos, de carácter eminentemente detrítico fino. En algunos casos son visibles grandes superficies con eflorescencias salinas. Se trata básicamente de limos de colores negruzcos y olor fétido que incorporan abundantes restos de bivalvos y gasterópodos. No es posible el

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudio de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	131



establecimiento de su espesor, posiblemente de orden métrico a decamétrico. En cuanto a su edad, corresponden al Holoceno.

#### Cordón litoral: arenas. Holoceno

Un gran cordón litoral arenoso se desarrolla en la hoja desde punta Presidente hasta la desembocadura del Yaque. Se trata de arenas finas a medias, con estratificación cruzada plana y niveles de concentración de minerales pesados, que tierra adentro han dejado una serie de crestas correspondientes a cordones relictos. En las zonas situadas entre crestas se desarrollan pequeños campos de dunas, nucleadas por la vegetación, con alturas decimétricas. En las crestas, sobre todo en la adyacente a la costa y las próximas al límite con la marisma, se superponen también en ocasiones pequeñas dunas que pueden llegar a alcanzar alturas próximas a un metro.

El conjunto del cordón litoral presenta una forma característica de un delta dominado por las olas, que sería, en gran parte, un delta relictos relacionado con la antigua desembocadura del Yaque en Punta Luna. El extremo Noreste del cordón litoral está afectado en estos momentos por una fuerte erosión costera, habiendo llegado a retroceder la línea de costa más de 300 m, como puede comprobarse comparando los mapas topográficos a escala 1.50.000 de 1984 con la orto imagen de satélite a la misma escala de 2002. Este retroceso probablemente está relacionado con la fuerte antropización de la llanura de inundación del Yaque, en la que se han construido numerosos canales artificiales que disminuyen la carga de sedimentos aportada por este a la costa. Su desarrollo ha tenido lugar dentro del Holoceno. Los minerales pesados han sido objeto de exploración minera.

#### Antrópico: Vertederos, escombreras y rellenos. Holoceno

Al sur de la ciudad de Pepillo Salcedo se encuentra un vertedero con relleno de escombros que ocupa una superficie de unos 250.000 m<sup>2</sup>. Dentro de la misma ciudad la carretera al puerto y parte de las instalaciones portuarias ocupan un espacio de la marisma relleno con escombros. Otros pequeños vertederos, en las inmediaciones de núcleos de población, son muy frecuentes, pero no tienen dimensiones representables a la escala de la cartografía realizada.

#### **5.2.1.4**

##### **Geomorfología**

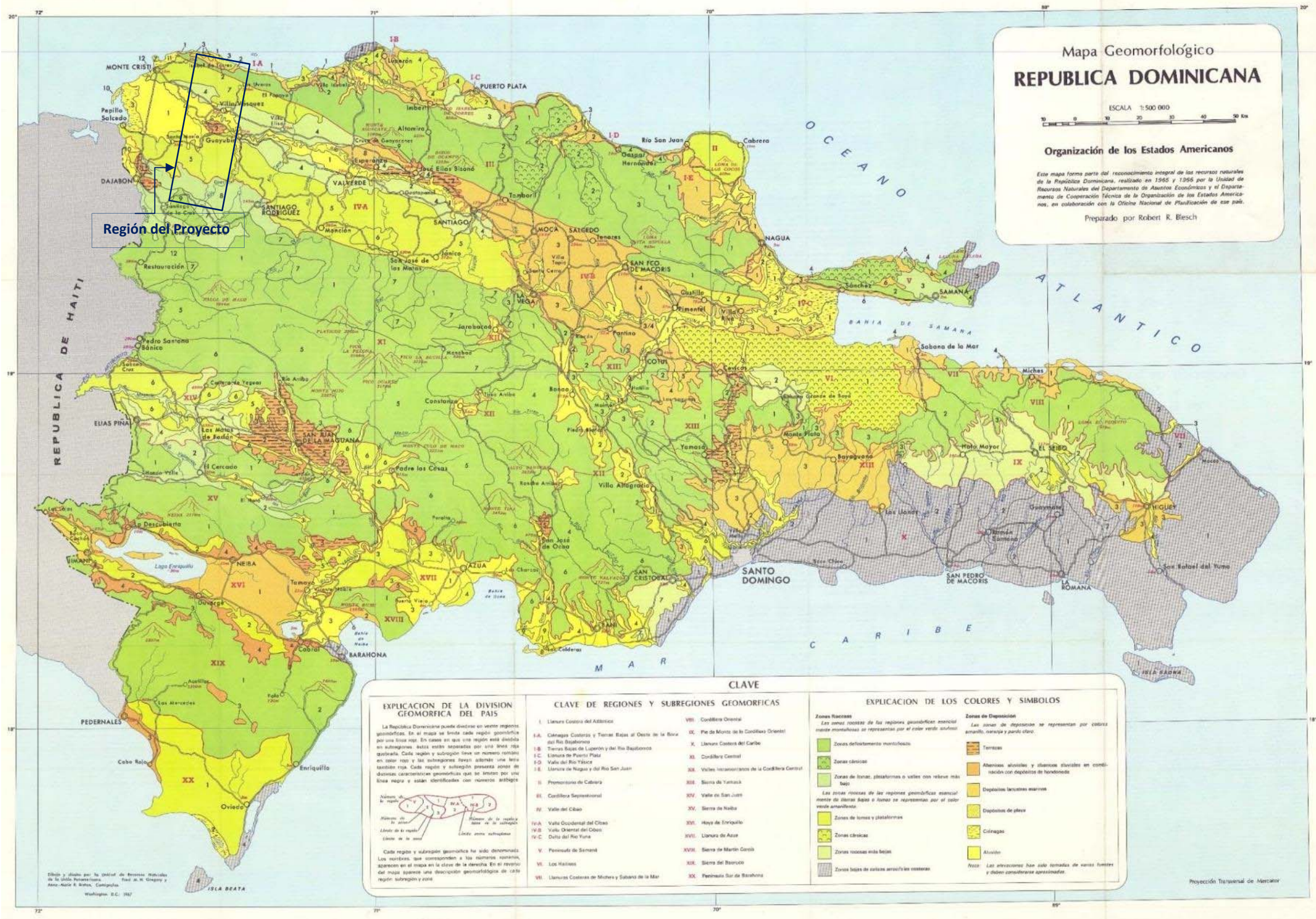
Según el Mapa Geomorfológico de la República Dominicana a escala 1:500.000 (OEA, 1967) (**Figura 5.2.1.4.a**), el país está dividido en 20 Regiones Geomórficas y que todavía tienen 8 sub-regiones, como se muestra en la secuencia.

1 Llanos Costeros del Atlántico	11 Cordillera Central
2 Promontorio de Cabrera	12 Valles Intramontanos de la Cordillera Central
3 Cordillera Septentrional	13 Sierra de Yamasá
4 Valle del Cibao	14 Valle de San Juan
5 Península de Samaná	15 Sierra de Neiba
6 Los Haitises	16 Hoya de Enriquillo
7 Llanuras Costeras de Miches y Sabana de la Mar	17 Llanura de Azua
8 Cordillera Oriental	18 Sierra de Martín García
9 Pie de Monte de la Cordillera Oriental	19 Sierra de Bahoruco
10 Llanura Costera del Caribe	20 Península Sur de Barahona

El proyecto ocurre en su mayor parte en la porción de la sub-región Vale Occidental del Cibao al oeste de la Región V (Valle del Cibao).



Figura 5.2.1.4.a  
Mapa Geomorfológico de la República Dominicana





El Cibao es una unidad fisiográficamente bien diferenciada, que en su parte oriental alberga la red hidrográfica del río Yuna y en la occidental la del río Yaque del Norte. Geológicamente, es una fosa de hundimiento estrecha y alargada, comprimida entre los pilares formados por la Cordillera Septentrional al norte, y la Cordillera Central y la Sierra de Yamasá, al sur, de los que la separan grandes fallas producidas por gravedad y comprensión, y en la que se encuentran depositados gruesos sedimentos marinos que yacen en contacto sobre el basamento complejo de estructura sinclinal. Estos sedimentos afloran en la cuenca y en las estribaciones de las cordilleras citadas.

La Cordillera Septentrional, que lo limita al norte, corta al valle en forma regular y neta, especialmente en la parte central y oriental. La Cordillera Central que lo limita al sur lo hace en forma irregular, creando entrantes por la formación de valles secundarios. Esto último se debe posiblemente a que los afluentes principales de los ríos que forman el eje del valle provienen de la Cordillera Central.

El valle del Cibao está dividido en dos partes aproximadamente iguales por una línea de aguas de poca elevación, situada al este de la ciudad de Santiago, empezando en el Alto de Bejarán en Tamboril y terminando cerca de la ciudad de La Vega, incluyendo los pequeños cerros El Castillo (donde se encuentra el Monumento a los Héroes de la Restauración, en Santiago) y el Santo Cerro.

La parte occidental es drenada por el sistema hidrográfico del río Yaque del Norte, que la recorre longitudinalmente con dirección noroeste desde el centro del valle hasta desaguar en el océano Atlántico, después de recorrer cerca de 240 km. Esta porción del valle es conocida con el nombre de Valle Occidental del Cibao o Línea Noroeste y es característicamente más seca que la parte oriental.

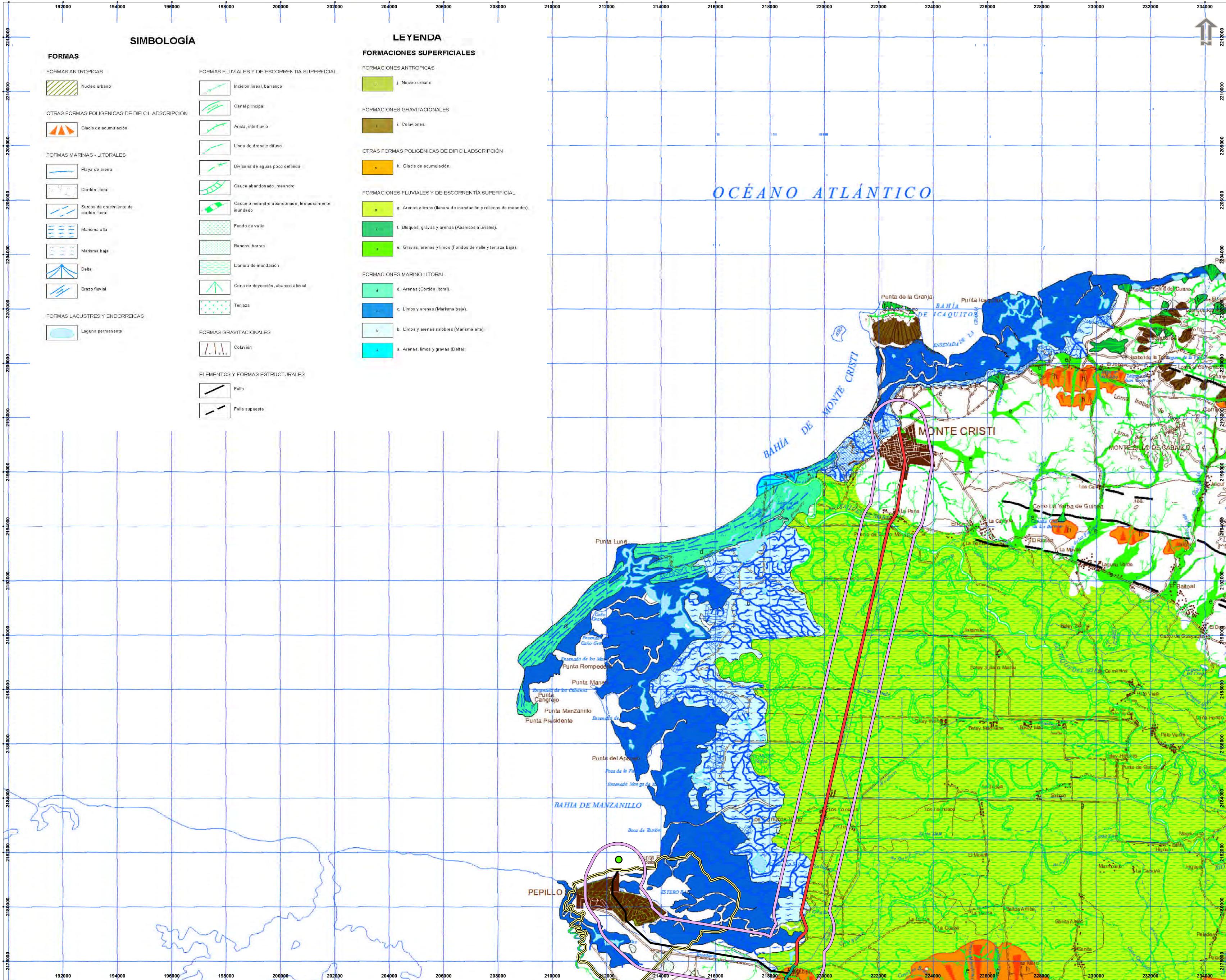
La mitad oriental del valle del Cibao es drenada por los ríos Camú y Yuna, cuyas aguas se vierten en la bahía de Samaná, después de un extenso recorrido a lo largo de la parte central del valle. En la parte más baja, el río Yuna forma un extenso delta que se distingue por la presencia de extensas áreas de turba, que en algunas partes alcanzan gran profundidad. La porción este del valle del Cibao, desde Santiago hasta la bahía de Samaná, es conocida por el nombre de Valle Oriental del Cibao, Cibao Oriental, o Valle de la Vega Real. Esta parte del valle es más húmeda y contiene los suelos más productivos y más continuamente cultivados, no solamente del Cibao, sino de todo el país.

La principal característica diferencial entre las mitades oriental y occidental es la escasez de lluvias en el Valle Occidental. Esta deficiencia se debe a que los principales vientos transportadores de lluvia se orientan de este a oeste en esta parte del país. Cuando entran por la parte nororiental de la isla, van dejando su carga de lluvia, la cual disminuye hacia el oeste. El siguiente cuadro da una idea de la disminución de la lluvia anual que recibe cada zona a medida que su situación es más occidental.

Según más reciente mapeo de las unidades morfogénicas presentado en el Mapa Geomorfológico de la República Dominicana, escala 1:100.000 Hojas Monte Cristi e Dajabón (**Mapa 5.2.1.4.a y 5.2.1.4.b**), las formas de relieve fueron designadas de acuerdo con su génesis, como se muestra en las figuras a continuación, contemplando las hojas de Monte Cristi y Dajabón.

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	135





**SIMBOLOGÍA**

**FORMAS**

**FORMAS ANTROPICAS**

Núcleo urbano

**OTRAS FORMAS POLIGENICAS DE DIFICIL ADSCRIPCION**

Glacis de acumulación

**FORMAS MARINAS - LITORALES**

Playa de arena

Cordón litoral

Surcos de crecimiento de cordón litoral

Marisma alta

Marisma baja

Delta

Braco fluvial

**FORMAS LACUSTRES Y ENDORREICAS**

Laguna permanente

**FORMAS FLUVIALES Y DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL**

Inciñon lineal, barranco

Canal principal

Arista, interfuvio

Linea de drenaje difusa

Divisora de aguas poco definida

Cauce abandonado, meandro

Cauce o meandro abandonado, temporalmente inundado

Fondo de valle

Bancos, barras

Llanura de inundación

Cono de deyección, abanico aluvial

Terraza

**FORMAS GRAVITACIONALES**

Coluvión

**ELEMENTOS Y FORMAS ESTRUCTURALES**

Falla

Falla supuesta

**LEYENDA**

**FORMACIONES SUPERFICIALES**

**FORMACIONES ANTROPICAS**

j. Núcleo urbano.

**FORMACIONES GRAVITACIONALES**

i. Coluviones.

**OTRAS FORMAS POLIGENICAS DE DIFICIL ADSCRIPCION**

h. Glacis de acumulación.

**FORMACIONES FLUVIALES Y DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL**

g. Arenas y limos (llanura de inundación y rellenos de meandro).

f. Bloques, gravas y arenas (Abanicos aluviales).

e. Gravas, arenas y limos (Fondos de valle y terraza baja).

**FORMACIONES MARINO LITORAL**

d. Arenas (Cordón litoral).

c. Limos y arenas (Marisma baja).

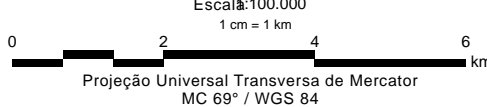
b. Limos y arenas salobres (Marisma alta).

a. Arenas, limos y gravas (Delta).



**Legenda**

- Puerto de Manzanillo
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico (1000 m)
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico - Área del Porto
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- Carretera 45 - Tramo - Dajabón - Copey
- Carretera Copey - Puerto Manzanillo



Ciente: **MOPC** MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

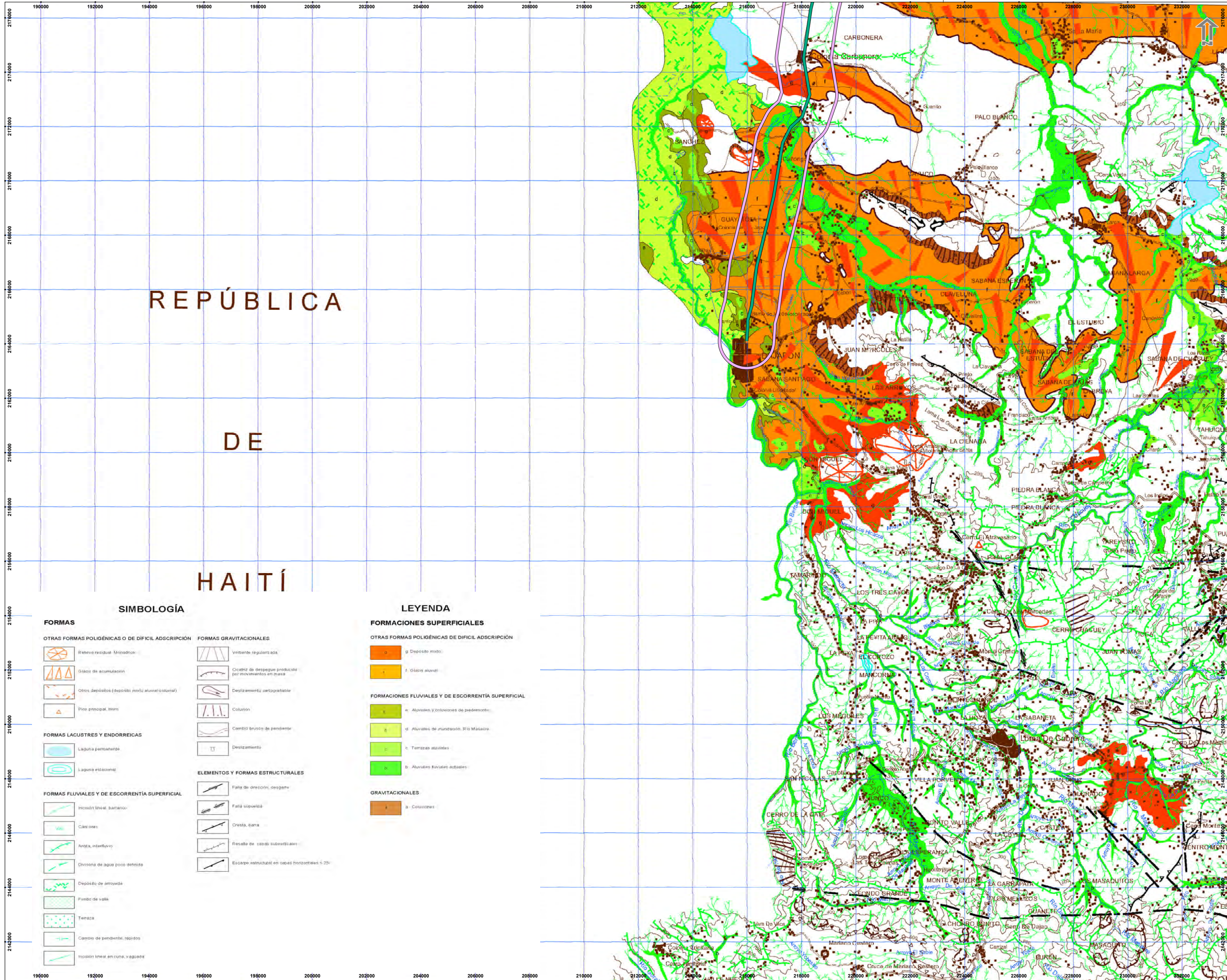
Mapa 5.2.1.4.a : **Mapa de Geomorfología**

Hoja 1/2

Proyecto: **Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

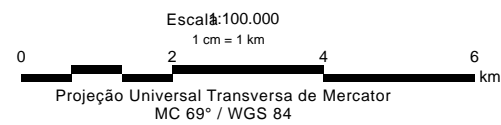
Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:100.000	Mapa 5.2.1.4.a:	Ø





**Legenda**

- Puerto de Manzanillo
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico (1000 m)
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico - Área del Porto
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- Carretera 45 - Tramo - Dajabón - Copey
- Carretera Copey - Puerto Manzanillo



Ciente:



MINISTERIO DE  
OBRAS PÚBLICAS Y  
COMUNICACIONES

Mapa 5.2.1.4.a :

**Mapa de Geomorfología**

Hoja 2/2

Proyecto:

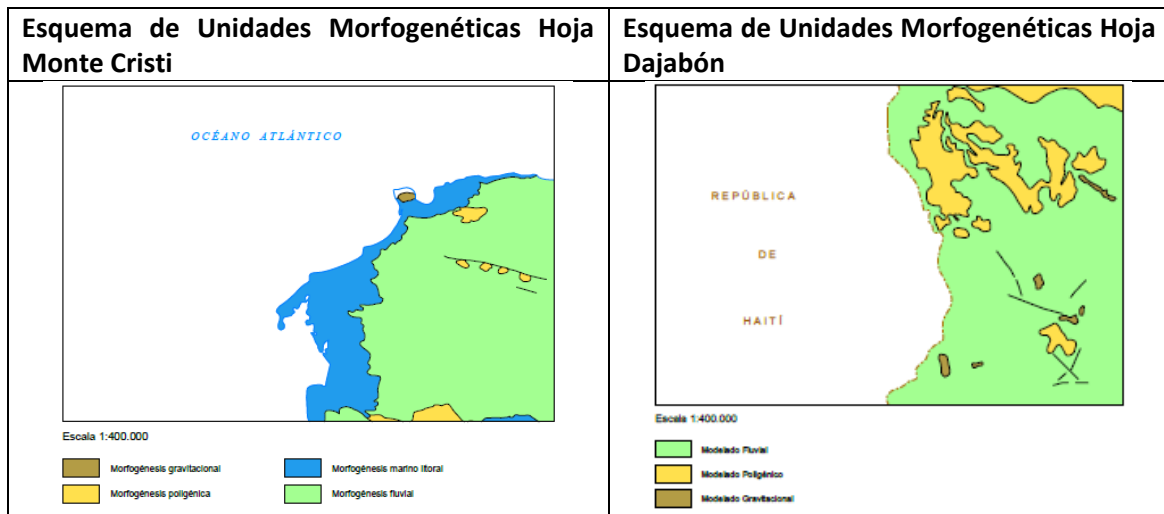
**Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS  
Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y  
Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:100.000	Mapa 5.2.1.4.a:	Ø



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL  
MG - Dajabón





### Estudio morfoestructural

El relieve de la región hoja está condicionado por las estribaciones más occidentales de la Cordillera Septentrional y, en gran medida, por los procesos de acumulación de sedimentos en la llanura aluvial del río Yaque del Norte en el Valle Occidental del Cibao y el retrabajamiento de estos por la acción morfogenética del mar en el litoral. Por tanto se considera que en la hoja aparecen las siguientes unidades morfoestructurales de rango mayor: la Cordillera Septentrional y el Valle del Cibao. Dentro del Valle del Cibao pueden identificarse dos subunidades a saber: la llanura aluvial del río Yaque del Norte y la orla litoral de Montecristi-Pepillo Salcedo. Estas unidades se describen a continuación por su relación con las unidades tectónicas y posición geográfica en la hoja.

La Cordillera Septentrional presenta la zona de relieve más abrupto del el área, sin embargo no ocurre en las áreas de influencia de la carretera. Esta cordillera muestra de forma fehaciente la existencia de fallas lineales que compartimentan esta unidad de su vecina el Valle del Cibao representada esta última en la Hoja por la llanura aluvial del río Yaque del Norte. Esta llanura se caracteriza por presentar un cinturón de meandros bien desarrollado que recubre los sedimentos acumulados en el Valle del Cibao, unidad morfoestructural que incluye el trazado del propio Yaque. Por último puede diferenciarse la orla litoral de Montecristi-Pepillo Salcedo que posee su propia idiosincrasia debido a la influencia oceánica.

### Formas estructurales

La influencia tectónica en el origen y configuración del relieve queda reflejada en las denominadas formas estructurales. La alternancia de capas de roca con diferente respuesta al ataque de los agentes externos propicia la erosión diferencial reflejando en la morfología caracteres geológicos estructurales. Es por tanto la estructura geológica la que controla el relieve. Los agentes externos solo descubren y modelan sobre un patrón preestablecido.

Las formas estructurales si bien son minoritarias en la Hoja de Pepillo Salcedo su importancia morfogenéticas es muy notable. Se trata de fallas con expresión morfológica clara que aparecen en la Cordillera Septentrional. De dirección ESE WNW compartimentan bloques

claramente. En el labio hundido de las fallas es frecuente encontrar asociadas formas de acumulación de sedimentos recientes como abanicos aluviales, glaciares de acumulación y coluviones mientras que el bloque elevado es topográficamente muy visible y no presenta formaciones superficiales. Tal es el caso de la Falla de Montecristi. Estas fracturas pertenecerían a la rama norte del sistema de falla que compartimenta la Cordillera Septentrional de la isla Española en el sentido de Mann *et al.* (1998) - *Mountain front fault zone*- y muestran características geomórficas típicas de fallas con actividad reciente como desplazamientos o saltos de los cursos fluviales y ejes de drenaje que cruzan la fractura (offsets). Los prominentes escarpes asociados a estas fracturas están a veces relacionados con el contraste litológico a ambos lados de la falla; areniscas más resistentes al norte y limolitas al sur de las mismas.

#### Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como la Cordillera Septentrional, la llanura aluvial del río Yaque del Norte y la orla litoral de Montecristi-Pepillo Salcedo tiene como resultado una expresión geomorfológica sensiblemente diferente. Así, el modelado de la sierra es el producto de una larga evolución presidida por los procesos geodinámicos internos (ígneos y tectónicos) acaecidos a lo largo del periodo Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial y gravitacional.

En el caso de la llanura aluvial del río Yaque del Norte, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica arranca con los procesos de sedimentación y acumulación de los materiales procedentes de las Cordilleras Central y Septentrional, iniciados entrado el Neógeno, en el Valle del Cibao. El retrabajamiento en la costa por parte del océano es el responsable en última instancia del modelado de la orla litoral de Montecristi-Pepillo Salcedo.

#### Formas gravitacionales

Se encuentran representadas únicamente en el borde meridional de la hoja. Son los *coluviones*, formados como respuesta al desequilibrio provocado en las laderas por la erosión fluvial.

#### Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son las formas con mejor representación cartográfica de toda la zona. Su cartografía permite asimismo y de forma complementaria una detallada caracterización de la red de drenaje. Constituyen la práctica totalidad de la superficie de la de la llanura aluvial del río Yaque del Norte, donde destaca la extensión de los cinturones de meandros, sin olvidar la orla de glaciares, abanicos y conos de deyección que se disponen al pie de los relieves. La mayoría del tramo Monte Cristi hasta Copey está inserido en la llanura aluvial del río Yaque.

La red de drenaje puede ser clasificada basándose en la densidad de corrientes, textura y forma, factores todos ellos deducibles a partir de fotointerpretación, aplicando la clasificación de Way. La llanura aluvial del Yaque presenta una densidad de drenaje gruesa con una textura de drenaje desordenada propia de las llanuras aluviales. Los terrenos de la Cordillera



Septentrional presentan una densidad de drenaje fina a media con una textura de drenaje de tipo dendrítico.

La mayor variedad de formas ligadas depósitos fluviales se encuentra en el valle del río Yaque del norte, en cuya llanura aluvial se incluyen llanura de inundación, cauces y meandros abandonados.

Los fondos de valle aparecen bien representados en la Cordillera Septentrional y en el enlace de esta con la llanura del río Yaque. Estas formas suelen quedar delimitadas por rupturas de pendiente, más o menos pronunciadas, cóncavas, en ambas orillas a lo largo de su curso. Pueden presentar drenaje en su parte media o no. Cuando el drenaje incide el fondo de valle se ha cartografiado como incisión lineal. Es frecuente que los fondos de valle hayan sido habilitados para el cultivo por lo que muestran cierta antropización que se traduce en márgenes que protegen los campos. Esta forma implica por sí misma un cierto depósito. A pesar de su aparente falta de funcionalidad forman parte de la red de drenaje concentrando, en caso de fuertes precipitaciones, la arroyada. Son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de los principales elementos de la red fluvial actual.

Solo se han identificado niveles de terrazas, probablemente pertenecientes al sistema del río Masacre, al Sur de la población de Pepillo Salcedo. Probablemente la ausencia de niveles en el Yaque sea la consecuencia del bajo potencial de encajamiento debido a la escasa diferencia altimétrica entre la llanura y su nivel de base, constituido por el océano Atlántico.

Entre las formas erosivas se han reconocido: marcas de incisión lineal, ampliamente representadas en la Cordillera Septentrional y aristas divisorias.

#### Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso morfogenético. En este grupo se incluyen los piedemontes que aparecen en la hoja. Estas formas son las que predominan en el tramo El Copey - Dajabón.

Los piedemontes constituyen la transición entre zonas elevadas, donde la erosión es el proceso predominante, y las áreas de bajo relieve en las que imperan el transporte y sedimentación. Por tanto, las formas que se generan en los pedimentos pueden ser de carácter erosivo o mixto como los glacis o claramente deposicional como los abanicos aluviales.

Los glacis y los abanicos aluviales pueden estar íntimamente relacionados por lo que a veces surge un problema para diferenciarlos aunque desde un punto de vista morfogenético los abanicos se incluyen claramente en el sistema fluvial. Un abanico puede convertirse en un glacis como consecuencia del descenso del nivel de base y un aumento de la erosión que provoca su degradación y, a su vez, este puede quedar fosilizado por aportes posteriores formando un claro abanico. Se ha preferido describir el piedemonte que aparece al sur de la Hoja como glacis por diversas razones: en primer lugar para remarcar su origen poligénico; asimismo se ha tenido en cuenta que los glacis son propios de áreas con relieve poco contrastado, como es el caso, a diferencia de los abanicos, que son más abundantes en relieves enérgicos; el espesor del depósito es inferior a 1/100 de la longitud de la forma y

presenta las mayores potencias, al menos aparentemente, en las zonas más distales, características más propias de los glaciares; por último el considerar la peculiaridad climática de esta zona semiárida y seca, entorno más típico de los glaciares que de los abanicos aluviales. De todas formas la adscripción de estas formas a abanicos aluviales de baja pendiente degradados también podría ser posible aunque por su descripción habría que incluirlos necesariamente en las formas poligénicas.

#### Formas marinas-litorales

Se circunscriben a la orla litoral de Montecristi-Pepillo Salcedo. Son formas estrictamente relacionadas con la franja costera. Estas formas son predominantes en el tramo Copey-Puerto Manzanillo y en el Área de Influencia Indirecta del Puerto Manzanillo.

El río Yaque del Norte presenta en la actualidad delta muy modesto, si tenemos en cuenta la longitud y caudal de este curso, lo que lleva a pensar que gran parte de los sedimentos aportados por el Yaque son redistribuidos por las corrientes marinas a lo largo de la costa. Como prueba de ello un cordón litoral se extiende a lo largo de 12 km al Suroeste de la desembocadura del río Yaque configurando en su extremo una flecha litoral, es la denominada península de Manzanillo (Fuente, 1976); este cordón se dispone como una franja de 700 m de anchura paralela a la línea de costa. En la zona denominada punta de la Luna el cordón se ve momentáneamente interrumpido y la línea de costa se adentra en el mar dibujando una forma groseramente deltaica que se interpreta como los restos de un antiguo delta totalmente retrabajado. Este delta se formó debido a una avulsión, provocada por una de las grandes avenidas del Yaque, en una fecha no registrada y fue enderezado posteriormente hacia la Bahía de Montecristi, a finales del siglo XIX mediante una represa cerca de Las Cañas (Fuente, 1976).

El cordón litoral prosigue hasta Punta Cangrejo. La morfología del mismo está definida por el desarrollo longitudinal de dunas, que alcanzan alturas métricas, a cuya espalda se reconocen los surcos de crecimiento. El desarrollo completamente asimétrico del cordón a ambos lados de la desembocadura del río Yaque del norte, sugiere que su formación puede hallarse, de alguna manera, relacionada con la migración de sedimentos desde la desembocadura por corrientes paralelas a la costa en sentido SW. De forma accesoria a lo largo de su frente se extiende una estrecha playa de arena.

La influencia de las mareas ha permitido el desarrollo de una marisma baja, localizada bajo la influencia de las mareas diarias y colonizada por un manglar, y de una marisma alta, situada en la zona de influencia de las mareas excepcionales; debido a la baja pendiente del terreno, se extienden varios kilómetros hacia el interior localizándose los mayores desarrollos a espaldas del cordón alcanzando en diversas ocasiones los 6 km. El detalle geomorfológico de la zona incluye canales y lagunas mareales. Como consecuencia del efecto del cordón y de la tendencia ascendente de la región con respecto al nivel del mar, hacia el interior se extiende una franja podría corresponder en parte a la llanura de marea abandonada.

#### Formas antrópicas

Como agente geomorfológico, el hombre actúa en diferentes sentidos: modificando el paisaje debido a los usos del suelo para actividades agropecuarias, labores extractivas (canteras a cielo abierto, minería, trincheras, desmontes, salinas), construcción de redes de transporte y



asentamientos urbanos o de tipo industria. Localmente, la remoción de materiales y la modificación de la topografía original son intensas, bien allanando, rellenando o ahuecando el terreno.

### **Evolución e historia geomorfológica**

Aunque evidentemente la morfología de la región está influenciada en última instancia por los procesos sedimentarios acaecidos a lo largo del Neógeno, su fisonomía actual se ha perfilado fundamentalmente en dos etapas de su historia: la primera, durante el Neógeno, tras el inicio de la colisión arco-continente entre La Española y las Bahamas, cuando la deformación subsecuente, generalmente traspresiva, estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día; y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando el relleno pliocuaternario de las cuencas fue configurado de acuerdo con la geometría actual. La superposición de ambas etapas estableció el diseño regional básico sobre el que ha actuado el modelado holoceno, diseño basado en la presencia del Valle del Cibao entre la Cordillera Septentrional y el piedemonte de la Cordillera Central. La evolución holocena ha estado condicionada principalmente por la actividad neotectónica, que ha producido una tendencia regional ascendente, y por los procesos fluviales, que no sólo han llevado a cabo una importante labor de incisión en las áreas montañosas, sino que con sus aportes sedimentarios han provocado la colmatación del Valle del Cibao, especialmente representado por la llanura aluvial del río Yaque del Norte.

A finales del Plioceno, el Valle del Yaque y parte del piedemonte de la Cordillera Central en el ámbito de la hoja debía constituir ya un entrante marino. Simultáneamente, la zona montañosa ya habría adquirido una configuración parecida a la actual, mediante la acción del encajamiento de la red fluvial, el desarrollo de superficies de erosión y la actividad neotectónica, manifestada especialmente por el desnivelamiento y el desplazamiento horizontal de bloques.

La evolución reciente del ámbito del área del proyecto ha estado condicionada en parte por la acumulación sedimentaria en el Valle del Yaque. La incisión fluvial ha sido poco marcada en la depresión como consecuencia de su pequeño desnivel con respecto al mar. La actividad de las áreas montañosas circundantes, Cordillera Septentrional y Cordillera Central no ha sido simétrica. En el primer caso ha sido liderada por el encajamiento de la red fluvial y la actividad neotectónica, desencadenando el desarrollo de una extensa orla de abanicos aluviales y conos de deyección. En el caso de la Cordillera Central la actividad neotectónica no ha sido al menos tan manifiesta y el piedemonte existente con amplios glaciares (hoja de Dajabón) responde a un modelo más estable. Sin embargo, en las zonas elevadas la actividad erosiva fue de importancia borrando cualquier resto conspicuo de superficies de erosión que solo se habrían conservado ocasionalmente (hoja de Monción). La actividad de la Falla Septentrional ha sido manifiesta y muestra características geomórficas típicas de fallas con actividad reciente pudiendo considerarse totalmente activa en la actualidad.

El trazado del curso bajo del Yaque del Norte se ha visto alterado en diversas ocasiones debido a avulsiones ocasionadas con toda seguridad por caudales de avenida relacionados con episodios de huracanes. Es conocido que el Yaque del Norte desembocaba unos 15 kilómetros al sur de su desembocadura actual a finales del siglo XIX y que fue enderezado de nuevo hacia la bahía de Montecristi mediante una represa cerca de Las Cañas.

### 5.2.1.5

#### Suelos

La caracterización pedológica de los marcos que componen el área de influencia indirecta del proyecto propuesto utilizó como fuente el mapa Asociaciones de Suelos de la República Dominicana presentado en el **Mapa 5.2.1.5.a - Mapa de Suelos**. También se consultó a la división de la URP de la República Dominicana, que complementó la caracterización.

La caracterización pedológica del **Tramo Monte Cristi – El Copey** se inicia en el área urbana de Monte Cristi y sigue la Carretera Monte Cristi - Dajabón (Vía 45) hasta la zona del río Yaque del Norte donde predomina la sabana, suelos arenosos, de lenta permeabilidad (Asociación Maguaca).

Desde el río Yaque del Norte hasta la región de Copey, predominan los suelos aluviales recientes (Asociación Aluviales Recientes), estando también presentes las zonas ciénagas (Ciénagas Costeras e Interior) que se extienden hacia el oeste hasta la Bahía de Manzanillo en una zona ocupada principalmente por el Parque Nacional Monte Cristi. También hay una pequeña porción en esta sección caracterizada por suelo aluvial y coluvial (Asociación Monte Cristi-Hatillo).

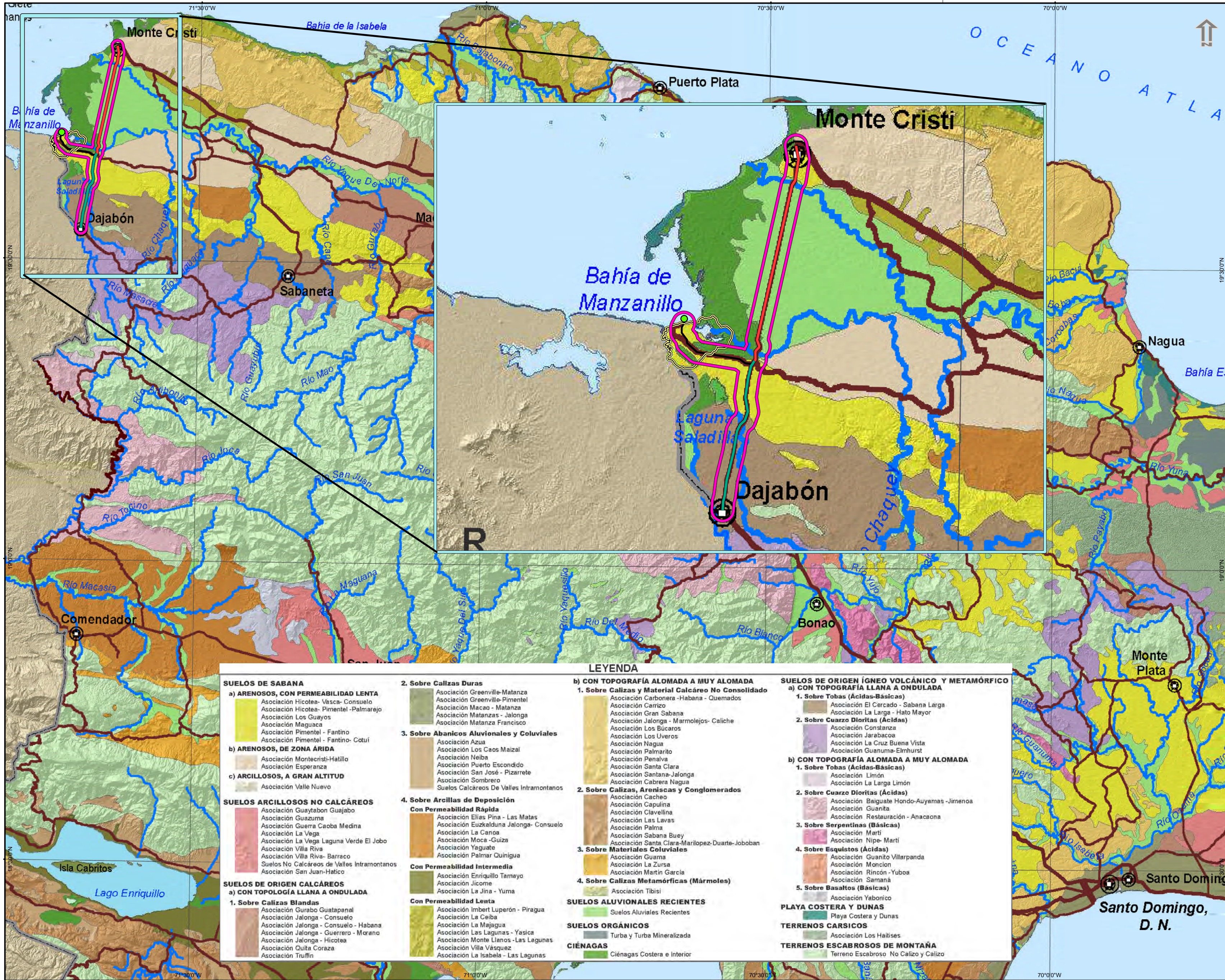
La sección **El Copey - Dajabón** tiene un predominio de dos tipos de suelos. Aun siguiendo la ruta de la Vía 45, desde Copey hasta la región del límite municipal entre Pepillo Salcedo y Dajabón vuelven a predominar los suelos de sabana, arenosos (Asociación Maguaca). Desde la región del límite municipal hasta la zona urbana de Dajabón, predominan los suelos de origen ígneo volcánico y metamórfico, de topografía plana a ondulada (Asociación El Cercado-Sabana Larga).

**Tramo El Copey - Puerto Manzanillo** también se caracteriza por dos tipos de suelos. Desde Copey hacia Bahía de Manzanillo siguiendo la carretera Pepillo Salcedo las zonas ciénagas del Parque Nacional Monte Cristi (Ciénagas Costeras e Interior) predominan en la margen derecha de la carretera. En el resto de la zona de influencia indirecta del Puerto de Manzanillo, tanto en el área urbana del municipio como en los otros márgenes de la carretera, predominan los suelos arenosos de lenta permeabilidad (Asociación Maguaca).

Considerando la división del área de influencia de acuerdo con la URP del territorio dominicano tenemos el predominio de la URP 29 en el Tramo Monte Cristi – El Copey y la URP 36 y 35 en el Tramos El Copey - Dajabón y El Copey - Puerto de Manzanillo.

Los suelos del URP 29 se desarrollaron sobre depósitos aluviales de los ríos Yaque del Norte y Yaque del Sur, en una zona de clima seco, con una prolongada estación seca y máxima precipitación en los meses de mayo a octubre. Las precipitaciones anuales en estos suelos oscilan entre 400 mm y 900 mm con temperaturas entre 26°C y 29°C durante todo el año. En esta sección del terreno en cuestión los suelos están bien drenados, profundos y de relieve plano. La textura es franca a arcillosa, con permeabilidad lenta y ligeramente salina. Debido a esta salinidad, el uso de estos suelos es bastante limitado, y también debido a la falta de humedad a lo largo del año. En estas áreas la profundidad del sustrato rocoso es generalmente de más de 150 cm. El pH del suelo es alcalino y tiene una profundidad media de entre 25 y 50 cm, y no hay acumulación superficial de agua.





**Legenda**

- Puerto de Manzanillo
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- Carretera 45 - Tramo - Dajabón - Copey
- Carretera Copey - Puerto Manzanillo
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico (1000 m)
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico - Área del Porto



Cliente: **MOPC** MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

Mapa 5.2.1.5.a :

**Mapa de Suelos**

Proyecto: **Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:500.000	Mapa 5.2.1.5.a:	Ø



Los suelos URP 36 están compuestos por conglomerados aluviales y calcáreos como material subyacente. Son suelos en una zona de clima seco con una prolongada estación seca y máxima precipitación en los meses de mayo a octubre. La precipitación anual en estos suelos varía entre 600 mm y 800 mm y la temperatura oscila entre 26°C y 28°C. En esta parte del terreno los suelos son de color marrón claro, francos a arcillosos, bien drenados, profundos y moderadamente alcalinos. Presentan una alta saturación de base y una permeabilidad moderadamente lenta. Al igual que en el anterior URP, el uso de estos suelos también está limitado por la baja disponibilidad de humedad durante todo el año. En estas áreas la profundidad del sustrato rocoso es generalmente de más de 150 cm. El pH del suelo es alcalino y se encuentra entre 50 y 100 cm de profundidad, sin acumulación de agua en la superficie.

Por último, en el URP 35, en la región de Dajabón, el material subyacente es material coluvial-aluvial, en zonas climáticas con una marcada estación seca en el primer trimestre del año. La precipitación anual en estos suelos varía entre 1.000 mm y 1.400 mm y la temperatura oscila entre 25°C y 27°C. Los suelos son generalmente arcillosos, de color marrón oscuro y tienen buen drenaje y profundidad. Son moderadamente alcalinos y presentan una alta saturación de bases y una lenta permeabilidad. Al igual que las dos unidades mencionadas anteriormente, el uso de estos suelos está limitado por la baja disponibilidad de humedad, así como por la textura de la arcilla. En estas áreas la profundidad del sustrato rocoso es generalmente superior a 150 cm. El pH del suelo es alcalino, con una profundidad de entre 50 y 100 cm y sin acumulación superficial de agua.

#### 5.2.1.6

##### Datos Oceanográficos

Los datos oceanográficos para el AII fueron obtenidos en un estudio de línea base ambiental y modelajes de condiciones oceanográficas para el diseño de un puerto en la Bahía de Manzanillo, realizado por la empresa Empaca-Ecoturismo Mundial y Proyectos Ambientales, S.R.L (EMPACA, 2018). En este estudio los datos oceanográficos fueron tomados por medio de equipamientos de medición directa.

##### Caracterización del Oleaje Habitual

Para la caracterización del oleaje se emplearon los datos de *hindcast* publicados por NOAA para el período comprendido entre febrero del 2005 y febrero del 2018. Los datos se colectaron del modelo WAVEWATCH III para el Caribe y la región del Atlántico Norte. Esta información comprende una serie de tiempo de 13 años con las características del oleaje a intervalos de 3 horas. Los datos se extrajeron en la zona de aguas profundas frente a la Bahía de Manzanillo.

A la serie de datos se le realizó un profundo análisis estadístico. Los datos fueron agrupados en intervalos de altura de ola y dirección de incidencia. También se agruparon según su periodo y el ángulo de incidencia. Se calculó entonces la frecuencia de ocurrencia de cada combinación de altura (hs) y dirección (dp) y de periodo (tp) y dirección (dp).

Para mostrar los resultados gráficamente se prepararon rosas de oleaje para la altura significativa y el periodo pico. Las rosas de oleaje son gráficos de barra direccionales, en los que los ángulos representan la dirección de incidencia de las olas y la longitud de las barras

indica la frecuencia de ocurrencia. Esta descripción aplica tanto a la altura como al periodo. Los colores de las barras muestran el rango de altura o periodo del oleaje.

Adicionalmente se obtuvieron las tablas de frecuencia para el oleaje anual desde todas las direcciones y tablas independientes para cada dirección. Se utilizó una clasificación de 16 rumbos. Para facilitar el análisis estacional, en el informe se incluyen las tablas de frecuencia mensuales de las diferentes combinaciones de altura y periodo (EMPACA, 2018).

Luego del ajuste a la función de probabilidad, se obtuvieron las combinaciones de altura y periodo significativo por rumbos resumidas en la **Tabla 5.2.1.6.a**.

**Tabla 5.2.1.6.a**

**Altura significativa ( $H_s$ ) y período pico ( $T_p$ ) por rumbos de incidencia**

Rumbo	$H_s$ (m)	$T_p$ (s)
NNE	0.56	8.8
N	0.57	8.0
NNW	0.64	6.4
NW	0.73	4.8
Todas las direcciones	0.55	6.1

### Oleaje extremo

Según Empaca (2018), para conocer la probabilidad de afectación por el oleaje durante las tormentas extremas se utilizó la aproximación desarrollada por Goda (1988) para probar la bondad de ajuste de cinco funciones de distribución de probabilidad a una serie de altura significativa extrema de las olas. La serie utilizada en el análisis fue tomada del modelo WAVEWATCH III para el Caribe y la región del Atlántico Norte.

Esta información comprende una serie de tiempo de 13 años con las características del oleaje a intervalos de 3 horas. Los datos se extrajeron en la zona de aguas profundas frente a la Bahía de Manzanillo, en las coordenadas 71.833333 W / 19.833333 N. Para obtener la serie de datos extremos se seleccionaron los eventos con alturas significativas iguales o superiores a 1.5 metros. En la **Tabla 5.2.1.6.b** se resumen las condiciones de oleaje para diferentes períodos de retorno.

**Tabla 5.2.1.6.b**

**Condiciones de oleaje significativo para diferentes períodos de retorno. Condiciones en aguas profundas**

Período de retorno (años)	$H_s$ (m)	$T_p$ (s)
2	2.43	17.64
5	3.12	18.48
10	3.71	19.05
25	4.54	19.74

Frecuentemente estas olas están asociadas a los huracanes. Aunque la mayor parte de los huracanes afectan a la costa sur del país, algunos fenómenos de esta naturaleza pasan por la costa norte y generan olas de gran energía.



## Transformación del oleaje

Según Empaca (2018), cuando las olas se aproximan a la costa comienzan a sufrir una serie de transformaciones en su altura y dirección de propagación como resultado de la interacción con el fondo. Para conocer los cambios que ocurren en el oleaje desde el punto de cálculo del modelo WWIII y la zona del proyecto se utilizó el módulo TOMAWAC del sistema TELEMAC-MASCARET, que es un programa científico que modela los cambios del espectro de energía de las olas de viento, tanto en el dominio espacial como temporal y la agitación del oleaje para aplicaciones en el dominio oceánico, en los mares intracontinentales y en aguas de la zona costera. El modelo utiliza un esquema de solución por elementos finitos para discretizar el dominio marítimo y es parte del sistema TELEMAC, desarrollado por el *Laboratoire National d'Hydraulique et d'Environnement*-LNHE del *Research and Studies Directorate del French Electricity Board* (EDF-R&D).

TOMAWAC modela los estados del mar resolviendo la ecuación del balance del espectro direccional de densidad. Para ello, el modelo reproduce la evolución del espectro direccional de densidad en cada nodo de la rejilla de cómputo. En TOMAWAC el espectro direccional de oleaje se divide en un número finito de frecuencias de propagación  $f_i$  y direcciones  $\theta_i$ . La ecuación de densidad del oleaje se resuelve para componente  $(f_i, \theta_i)$ . Se trata de un modelo de tercera generación, ya que no requiere de ninguna parametrización en la distribución espectral o direccional de la potencia.

TOMAWAC aplica a los siguientes dominios:

1. **Dominio oceánico:** Caracterizado por grandes profundidades. Profundidad relativa ( $d/L$ ) mayor que 0.5. Considera la interacción entre el viento y las olas, la disipación por rotura de la ola debido al peralte y las interacciones no lineales.
2. **Mares continentales con profundidad media:** Caracterizado por profundidades relativas entre 0.05 y 0.5. Además de los fenómenos anteriores, describe la fricción de fondo, el *shoaling*, y la refracción debido a la batimetría y las corrientes.
3. **Dominio costero:** Profundidades relativas inferiores a 0.05. considera además la fricción de fondo, la rotura batimétrica, Considera además la inestabilidad en el nivel del mar y las corrientes debido a la marea y la sobre-elevación por el apilamiento del oleaje.

Procesos físicos considerados por TOMAWAC.

- Fuentes de energía y su disipación:
- Fuerza del viento en la generación del oleaje.
- Rotura del oleaje producto del incremento en el peralte de las olas durante la generación y propagación.
- Disipación inducida por la fricción con el fondo.
- Disipación inducida por la rotura del oleaje debida a la batimetría. Disipación de la energía debido a la oposición de corrientes marinas.

### Procesos conservativos de transferencia no lineal de energía

- Interacciones no lineales de resonancia cuádruple. Es el proceso de intercambio
- prevaeciente a grandes profundidades.

- Interacciones triples no lineales, que son el proceso prevaleciente en zonas someras.

#### Procesos relacionados con la propagación del oleaje

- Propagación del oleaje debida a la velocidad de grupo y en algunos casos, a la velocidad del medio en que las olas se propagan (corrientes marinas).
- Refracción inducida por la profundidad, que en zonas someras modifica la dirección de propagación de la ola e implica una transferencia de energía en el área de propagación.
- *Shoaling* o aumento en la altura de la ola con la reducción de profundidad, debido a la reducción de la longitud de onda y la variación en la velocidad de propagación de energía.
- Refracción inducida por las corrientes, que también ocasiona un cambio en la dirección de propagación de las olas y una transferencia de energía hacia las zonas de propagación.
- Interacción con corrientes inestables, que inducen transferencia de frecuencia (mareas).
- Difracción por estructuras costeras o bajos, resultando una transferencia de energía hacia las zonas protegidas.

Para aplicar el modelo a la zona del proyecto se preparó una malla flexible de elementos finitos con la información batimétrica.

La descripción de las condiciones de oleaje habituales partió del comportamiento en aguas profundas de las siguientes combinaciones de dirección, altura y período de las olas. La **Tabla 5.2.1.6.c** resume las condiciones de oleaje una vez transformado en la zona del estudio de Empaca (2018), que está inmediatamente al este del Puerto de Manzanillo objeto de este EIAS. Las coordenadas del punto donde se obtiene el oleaje de la Tabla son: X- 212 961, Y- 2 181 538.

**Tabla 5.2.1.6.c**

**Condiciones de oleaje en la zona del proyecto de Empaca (2018), resultantes de la modelación con TOMAWAC**

Dirección	Altura Hs (m)
NNE	0.13
N	0.34
NNW	0.53
NW	0.51

De igual forma se realizó un estudio de la transformación del oleaje en condiciones extremas. Se tomó una tormenta con período de retorno de 25 años, que tiene una altura de las olas ( $H_o$ ) en aguas profundas de 4.54 m y un período pico de 19.74 s. El impacto de esta tormenta se evaluó desde todas las direcciones probables (NNE, N, NNW y NW).

La altura de las olas representa la transformación que sufren las olas al penetrar en la bahía de Manzanillo, luego de experimentar los procesos de refracción-difracción.

En este caso se ha seleccionado el punto de coordenadas: X- 212 977, Y- 2 181 914, donde existe una profundidad de 9.35 m.



Tabla 5.2.1.6.d

**Condiciones de oleaje extremo en la zona del proyecto (Período de retorno = 25 años).  
Resultados de la modelación con TOMAWAC**

Dirección	Altura Hs (m)
NNE	3.83
N	2.10
NNW	3.12
NW	2.88

En términos generales, las olas que afectan la zona del proyecto para un período de retorno de 25 años pueden tener alturas entre 2.8 y 3.8 metros.

### Corrientes marinas

En la zona de estudio no existen registros históricos de corrientes que permitan conocer su comportamiento espacial y temporal. Por este motivo se realizó una modelación de las corrientes generadas por la marea, el oleaje y el viento, que son las principales fuerzas involucradas en el movimiento de la masa de agua.

En la modelación se empleó el módulo TELEMAC2D del sistema TELEMAC- MASCARET. Se consideró además el enlace con el módulo TOMAWAC para calcular la corriente inducida por el oleaje. El TELEMAC-MASCARET es un programa científico desarrollado por el *Laboratoire National d'Hydraulique et d'Environnement* - LNHE del *Research and Studies Directorate of the French Electricity Board* (EDF-R&D).

El TELEMAC-2D resuelve las ecuaciones de flujo de la superficie libre promediado en profundidad, como fue derivado inicialmente por Barré de Saint-Venant en 1871. Los principales resultados en cada nodo de cálculo de la rejilla son la profundidad del agua y los componentes de velocidad promedio en la columna de agua. La principal aplicación de TELEMAC-2D es la hidráulica de la superficie libre del mar y los ríos. El programa tiene en consideración los siguientes fenómenos:

- Propagación de ondas largas, incluyendo su efecto no lineal.
- La fricción con el fondo.
- El efecto de la fuerza de Coriolis.
- El efecto de fenómenos meteorológicos como la presión atmosférica, las lluvias, la evaporación o el viento.
- La turbulencia.
- Los flujos supercríticos y subcríticos.
- La influencia de los gradientes horizontales de temperatura y salinidad en la densidad.
- Grandes dominios de coordenadas cartesianas o esféricas.
- Áreas secas en el dominio computacional, como pueden ser los bajos de marea.
- Entrada y difusión de trazadores por las corrientes.
- Seguimiento de partículas y cálculo de la deriva Lagrangiana.
- Tratamiento de singularidades como diques, rompeolas, etc.
- Brechas o aperturas en los diques.
- Fuerzas de arrastre creadas por estructuras verticales.

- Fenómenos de porosidad.
- Corrientes inducidas por el oleaje (cuando se enlaza con módulos como ARTEMIS y TOMAWAC).
- Enlace con modelos de transporte sedimentario (SISYPHE).
- Enlace con herramientas de simulación de calidad del agua.

El programa tiene numerosos campos de aplicación. En la esfera marítima tiene especial importancia en el dimensionamiento de obras portuarias, el estudio de los efectos de las estructuras sumergidas como diques y dragados, el impacto de la descarga de residuales desde la costa o emisarios submarinos o el estudio de la dispersión de plumas térmicas.

La simulación de las corrientes en la zona del proyecto se realizó en dos fases. En una primera aproximación se calcularon las corrientes inducidas por el oleaje, para lo cual se realizó un enlace entre los módulos TELEMAC2D y TOMAWAC. En una segunda aproximación se realizó el estudio de los patrones de circulación inducidos por la marea.

Tomando como referencia las coordenadas X- 212 977, Y- 2 181 914, donde existen 9.35 m de profundidad, se tienen velocidades de la corriente inducida por las olas inferiores a 0.01 m/s. Estas corrientes se dirigen preferentemente hacia la costa y hacia el oeste, con una dirección promedio SW.

En cuanto a la corriente asociada a las variaciones astronómicas del nivel del mar, con el uso del TELEMAC2D se simuló la corriente para un día tipo.

De los resultados obtenidos con TELEMAC2D se tiene que en la desembocadura del río Chacuey es que ocurren las mayores velocidades de la corriente, alcanzando valores entre 0.2 y 0.5 m/s, tanto durante el ascenso como el descenso de las aguas, pero su dirección es opuesta, alternando corrientes hacia el interior del río y corrientes dirigidas hacia el mar.

En la zona del puerto, sin embargo, las corrientes apenas alcanzan entre 0.01 y 0.10 m/s y su dirección es poco clara.

Estos resultados son consecuentes con las mediciones de corrientes realizadas el día 12 de junio del 2018 con el correntómetro Valeport 106.

No obstante, hay que destacar que esta simulación no excluye la necesidad de colocar correntómetros en el lugar que permanezcan registrando durante un período mínimo de un mes en las dos estaciones del año. Sólo esta información podrá ofrecer elementos para una verdadera caracterización oceanográfica de las corrientes que ocurren en el lugar.



## 5.2.2

### Área de Influencia Directa y Área Directamente Afectada – Componente 1 – Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo

#### 5.2.2.1

##### Geología y Geomorfología

Se realizó un levantamiento geológico basado en un recorrido de campo por toda la zona alrededor del Puerto de Bahía de Manzanillo y en la zona de ampliación del puerto. La metodología usada es la observación directa de afloramientos para comparar las formaciones geológicas con la documentación existente.

Se analizaron muestras visualmente y con lupa para determinar algunas propiedades físicas del material.

Este reconocimiento detallado del área se realizó a ambos lados del muelle en 5 puntos (con un GPS GARMIN 62s), según se muestra en la **Tabla 5.2.2.1.a** y en la **Figura 5.2.2.1.a**, en que se indican los puntos planteados en imagen google y el área de ampliación.

**Tabla 5.2.2.1.a**

**Puntos del reconocimiento de campo**

PUNTO No.	Coordenadas UTM, Datum WGS84		ELEVACION	COMENTARIOS
	ESTE	NORTE		
1	212567	2181322	Nivel mar	Margen Norte del Muelle: Arenas calcáreas, espesor medio 1 – 5 mm, granos con aspecto redondeados y angulosos, color grisáceo, granos blanquecinos con aspecto silíceo.
2	213467	2181409		Margen Norte del Muelle:, Bar restaurant Puerto Cristal, próximo barcos abandonados
3	212155	2181262		Desembocadura canal, Sur Muelle
4	211840	2181172		Margen playa, Sur Muelle
5	211099	2180895		Parque Pepillo Salcedo, orilla mar

Figura 5.2.2.1.a

Puntos localizados a ambos lados del muelle durante el recorrido



El área de influencia terrestre indirecta y directamente afectada por el puerto corresponde a unidades cuaternarias como la formación La Isabela constituida de calizas arrecifales, y el cordón litoral. Arenas asociadas a marismas altas, como ya descrito en el AII.

#### Área de calizas

La formación Isabela aflora en el sur de la actual zona de expansión. Son calizas arrecifales y pararrecifales con abundantes corales, frecuentemente en posición de vida, que en los afloramientos presentan colores blancuzcos y fuera de la línea de costa suelen presentar una pátina calichoide, generalmente milimétrica, pero que puede alcanzar espesores de 4 o 5 cm. La matriz, localmente abundante es un “grainstone” bioclástico y presentan cemento micrítico ocasionalmente recrystalizado. Ocasionalmente se aprecian fenómenos de sideritización a favor de diaclasas. A pesar de estar na AID não é previsto intervenção direta neste tipo de terreno.

#### Área de marismas

Ocurre en los alrededores del presente puerto y de la retroárea hay zonas de marisma baja con vegetación de matorral de manglar, en algunos casos se ha podido observar la presencia de fangos con alto contenido en materia orgánica y abundantes conchas de bivalvos y gasterópodos, frecuentemente en posición de vida. En otros el mangle se enraíza directamente sobre arenas relictas del cordón litoral. Es de destacar la presencia de raíces de manglar sumergidas hasta una profundidad de al menos 2 m.

Predomina en la retroárea las marismas altas, que son depósitos, de carácter eminentemente detrítico fino. En algunos casos son visibles grandes superficies con eflorescencias salinas. Se trata básicamente de limos de colores negruzcos y olor fétido que incorporan abundantes

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	149



restos de bivalvos y gasterópodos. No es posible el establecimiento de su espesor, posiblemente de orden métrico a decamétrico.

	
<p><b>Foto 01:</b> Área de adecuación de la playa de acopio. Ocurrencia de rellenos en medio a las marismas.</p>	<p><b>Foto 02:</b> Área del puerto. En alrededor del puerto y de la retroarea actual se observan las marismas altas, con la presencia de algunas lagunas.</p>
	
<p><b>Foto 03:</b> Zonas de Marisma Alta alrededor de la retroárea.</p>	<p><b>Foto 04:</b> Zonas de Marismas Altas, en contacto con cordón costero.</p>
	
<p><b>Foto 05:</b> Lagunas en las zonas de Marisma Alta, con vegetación de matorral de manglar.</p>	<p><b>Foto 06:</b> Contacto del cordón costero con las lagunas.</p>

### Arenas

Las playas adyacentes corresponden al contacto de los cordones arenosos en contacto con las aguas de la Bahía de Manzanillo. Se trata de arenas finas a medias, con estratificación cruzada plana y niveles de concentración de minerales pesados, que tierra adentro han dejado una serie de crestas correspondientes a cordones relictos. Frente a zonas donde se disponen como un manto informe, se reconocen localmente (playa Popa, zona occidental de la playa de Juan de Bolaños) pequeñas dunas con elementos que no llegan a alcanzar el metro de altura.

En las zonas situadas entre crestas se desarrollan pequeños campos de dunas, nucleadas por la vegetación, con alturas decimétricas. En las crestas, sobre todo en la adyacente a la costa y las próximas al límite con la marisma, se superponen también en ocasiones pequeñas dunas que pueden llegar a alcanzar alturas próximas a un metro.

La relación de los procesos geomorfológicos y el relieve, caracterizan la morfología de la zona del proyecto donde se manifiestan las superficies planas, de marismas de franja costera, donde su condición de zona inundable de acuerdo con el régimen mareal es el factor predominante de modelación del relieve.



**Foto 07:** Depósito de arenas del cordón litoral en el área entre las lagunas y el mar.



**Foto 08:** Playa de Pepillo Salcedo. Contacto con la zona marina de la bahía de Manzanillo.



**Foto 09:** Depósito superficial de arenas del cordón litoral.



**Foto 10:** Playa de Pepillo Salcedo. Contacto con la zona marina de la Bahía de Manzanillo.



### Vertederos, escombreras y rellenos

Las instalaciones portuarias actuales y previstas para expansión ocupan un espacio de la marisma rellenado con escombros, como representado en las fotos.

#### **5.2.2.2**

##### **Consideración sobre la Erosión Costera**

Muchos de los cambios se deben a que la acción marina modela la forma y evolución de la franja costera, mediante diversos procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos.

Las zonas de erosión presentan retroceso de acantilados escarpados con desprendimientos, deslizamientos y desgaste de las áreas planas y poco profundas, en las zonas de acumulación, el mar deposita gravas y arenas. El principal motor de estas transformaciones dinámicas es la energía del mar, a través de mareas, olas y corrientes litorales.

El movimiento de sedimentos a lo largo de la costa se conoce como transporte litoral, mientras que los volúmenes de arena involucrados en el transporte se conocen como deriva litoral. Este transporte puede ser detenido por rompeolas o capturado por cañones submarinos. En el caso de los rompeolas, el resultado es acreción de la playa del lado corriente arriba y erosión del lado corriente abajo.

La erosión de una costa ocurre si más arena deja la costa que la que llega. Por tanto para considerar si hay erosión o acreción en una costa es importante hacer un cálculo del balance de sedimentos litorales, evaluando las contribuciones y pérdidas para calcular la pérdida o ganancia neta en un compartimiento de una costa.

Cuando sobre una costa abierta con un transporte sólido litoral continuo se interpone una barrera, como un puerto, un espigón, etc., la dinámica litoral imperante en el tramo se interrumpe, provocando una descompensación sedimentaria: al lado de barlomar se acumula continuamente material, mientras que del lado de sotamar se va produciendo una erosión continuada.

Al largo de la playa de Pepillo Salcedo la morfología de la costa si muestra irregular. Aparentemente los cambios en la línea de costa fueron influenciados por la construcción de la estructura rígida perpendicular que constituye el inicio del muelle.

En trabajo de campo también se observó evidencia de que en el lado oriental del muelle actual ocurre celdas de erosión con el recuo de la línea de costa e exposición de las raíces de los manglares, así como, la caída de los arbustos individuales debido a la acción marina (**Figura 5.2.2.2.a**).

**Figura 5.2.2.2.a**

**Línea de costa de la bahía de Manzanillo. Se observa las irregularidades de la línea de costa con áreas de depósitos de arenas a lo lado izquierdo del muelle actual y zonas de recuo y celdas de erosión**



Los datos oceanográficos indican que predominan en frecuencia las olas NNE, sin embargo, las olas más grandes que operan en el área son NW y NNW. Aun así, las olas de NNE cuando llegan a la costa sufren alteraciones en su dirección debido al efecto de la difracción que genera también olas de NNW. Aparentemente, este fenómeno puede estar relacionado con la acumulación de sedimentos en el oeste de la estructura rígida del muelle actual y las células de erosión en el lado este.

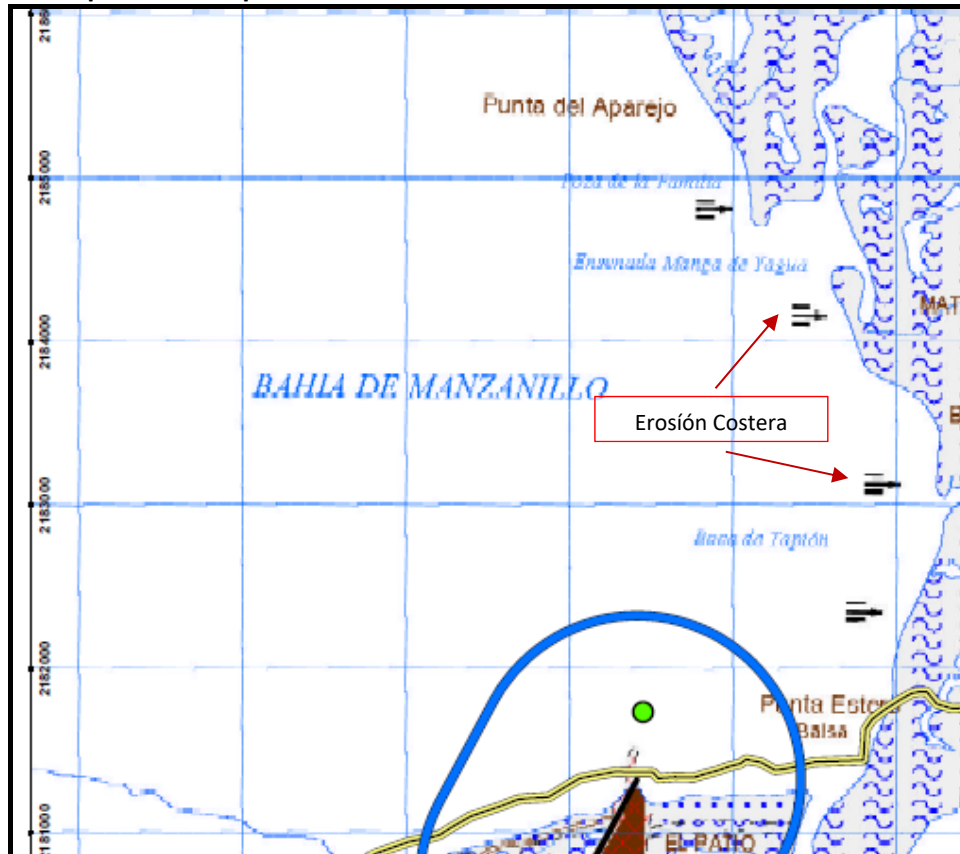
La foto aérea tomada en julio de 2016 (**Figura 5.2.2.2.a**) muestra el funcionamiento del sistema de olas en la Bahía de Manzanillo. Se observa una pequeña acumulación de sedimento en la porción occidental del muelle actual y la deficiencia de sedimento en la porción oriental.

Otros sectores que sufren con la erosión costera en la Bahía de Manzanillo también están registrados en el mapa geológico Hoja Pepillo 1:50.000 (**Figura 5.2.2.2.b**).



Figura 5.2.2.2.b

Parte de la hoja geológica de Pepillo Salcedo. Se observa las indicaciones de sectores de la costa que están en proceso de erosión costera



Las siguientes fotos muestran la situación actual a los dos lados del actual puerto de la Bahía de Manzanillo.



**Fotos 11 y 12:** Bahía de Manzanillo lado a la izquierda occidental del muelle actual. Se observa na línea de costa con evidencia de acreción, acúmulo de sedimentos.



**Foto 13:** Bahía de Manzanillo porción a derecha (oriental) del muelle actual. Se observa na línea de costa con evidencia de retracción.

**Foto 14:** Bahía de Manzanillo porción a derecha (oriental) del muelle actual. Vista del muelle del Puerto Manzanillo.



**Foto 15:** Se observa la exposición de raíces y el vuelco de individuos arbóreos.

**Foto 16:** Área correspondiente a la mayor actuación de la celda de erosión.



### 5.2.2.3

#### Mapeo del Fondo Marino

La empresa Indemar Coastal Engineering realizó un estudio de la topografía para mapeo del fondo marino en el AID del proyecto.

Las observaciones para determinar los distintos tipos de fondo (fango, arena, roca y presencia de macro vegetación) se realizaron de dos formas: a) directamente mediante buceo autónomo o con *snorkel*, éste último mediante natación y/o remolque desde la embarcación (en dependencia de las condiciones de turbidez) y b) indirectamente empleando un *Drone* Submarino de observación remota Modelo GLADIUS MINI, con cámara submarina con alcance de 100 m de profundidad.

Como base cartográfica, se partió de la Hojas Topográficas del Instituto Cartográfico Militar (ICM) a Escala 1:50,000 correspondientes a Pepillo Salcedo. Para el procesamiento cartográfico se empleó el Programa Hypack. Las Coordenadas son UTM referidas al WGS-84. La matriz XYZ con los datos de UTM Norte y Este y profundidades fue introducida al programa señalado, para obtener así los modelos generales de las curvas batimétricas, como apoyo a los mapas de ecosistemas marinos.

El área donde se desarrolló el estudio se localiza en el extremo norte del Puerto de Manzanillo. Las coordenadas UTM (WGS84) donde se efectuó el levantamiento fotográfico del fondo marino se detallan en la **Tabla 5.2.2.3.a**.

**Tabla 5.2.2.3.a**

**Coordenadas del área del levantamiento**

Vértice	COORDENADAS UTM	
	Este (m)	Norte (m)
P-1	212,201.74	2,182,201.88
P-2	212,711.90	2,182,201.88
P-3	212,711.90	2,181,699.42
P-4	212,201.74	2,181,699.42

La zona de estudio comprende un área marina de 250,000 m<sup>2</sup>, la cual se extiende en una plataforma con una pendiente pronunciada comprendida entre la isobatas de los 10 y 87 m de profundidad en dirección hacia el mar (ver **Figura 5.2.2.3.a**).

En la zona de estudio existen básicamente dos tipos de fondos: un fondo rocoso que ocupa menos de un 10% del fondo, mientras que más del 90%, lo compone un fondo blando de sustrato particulado de arena y limo con cierta componente gruesa (**Tabla 5.2.2.3.b**).

Figura 5.2.2.3.a  
Mapa batimétrico

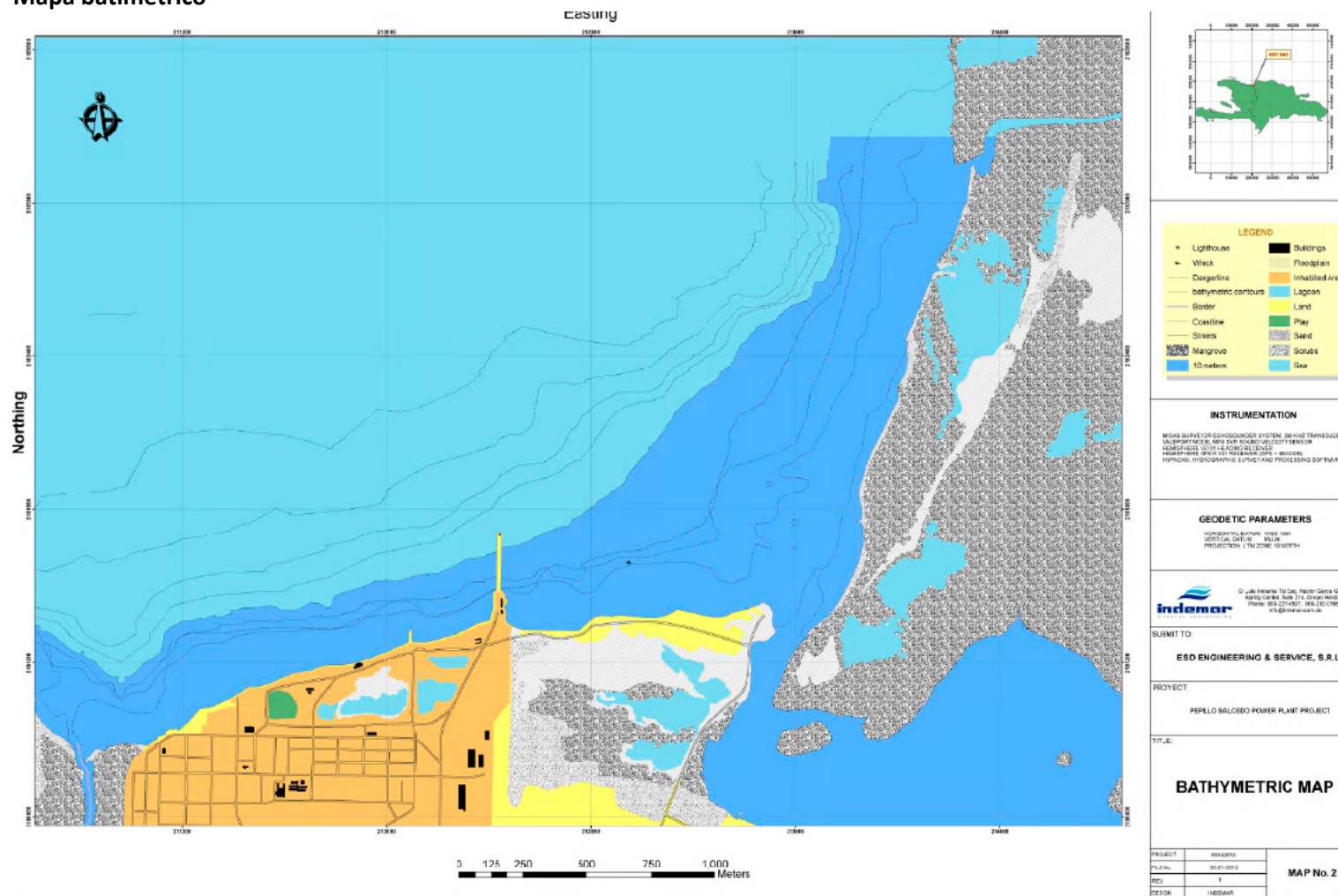




Tabla 5.2.2.3.b

Descripción de los tipos de fondo marino

MUESTRA/ PROF. (m)	COORDENADAS UTM (WGS-84)		D90	D50	DESCRIPCIÓN
	N	E	(MM)	(MM)	
M-1 (60.1)	2,182,117.00	212,287.00	2.52	0.28	Arena con limo color gris oscura
M-2 (43.7)	2,182,104.00	212,611.00	0.46	0.33	Arena de color gris oscura
M-3 (42.7)	2,181,907.00	212,292.00	19.85	1.35	Arena con cascajo gris oscura
M-4 (19.4)	2,181,920.00	212,614.00	1.15	-	Limo con arena de color gris oscura
M-5 (20.1)	2,181,722.00	212,265.00	0.79	-	Limo con arena de color gris oscura
M-6 (10.1)	2,181,705.00	212,613.00	0.56	-	Limo con arena de color gris oscura

No existen arrecifes coralinos en el área del proyecto. En algunas partes aparecen alternados los espacios de grava y partículas formando fondos mixtos (**Figura 5.2.2.3.b**), pero siempre el predominio en cobertura le corresponde al sustrato particulado (**Figuras 5.2.2.3.c y 5.2.2.3.d**).

Figura 5.2.2.3.b

Foto del fondo rocoso que ocupa menos de un (10%)



Figura 5.2.2.3.c

Foto del fondo blando de sustrato particulado de arena (59.3%) y fango (12.1%)



Figura 5.2.2.3.d

Foto del fondo blando de sustrato particulado de limo (72.6%) y arena (24.3%)



La naturaleza del sustrato no favorece el desarrollo y permanencia de una amplia cobertura de vegetación sobre el fondo, por lo que las fanerógamas y macroalgas son escasas. En la zona de estudio observamos algunos parches de *Udotea orientalis* sobre el sustrato. Esta especie de fanerógama es capaz de colonizar los sustratos fangosos en zonas turbias con altas fluctuaciones de la salinidad.



Para la porción costera del Noroeste de la República Dominicana se reportan arrecifes coralinos para la zona del Parque Nacional Submarino Montecristi (PNSM) y se expande con dirección Norte/Noreste, teniendo su mayor anchura en las región de los Cayos Siete Hermanos, pero a partir del Estero Balsa, el aporte de sedimentos junto Río Masacre con la frontera haitiana, la pluma de turbidez que crea en la zona costera impide el crecimiento coralino que requiere de condiciones ambientales muy favorables en cuanto a transparencia del agua y estabilidad de los factores ambientales como la salinidad y la temperatura.

#### 5.2.2.3.1

##### Sedimentos

Para la caracterización de los tipos de fondo marino se colectaron 6 muestras de sedimentos en diferentes puntos del área de estudio donde se proyecta ampliar el puerto de Manzanillo. Las muestras fueron tomadas buscando la gradiente de profundidad desde la parte más somera (10 m de profundidad) hasta la más profunda (60 m de profundidad). Para obtener las muestras se utilizó una draga tipo cuchara (Van Veen), la cual fue bajada de forma manual desde una lancha. El análisis granulométrico se realizó en el laboratorio de la empresa GEOCONSULT, S.R.L en la ciudad de Santo Domingo.

En cada punto se tomó la ubicación de referencia con un GPS. Las muestras se depositaron en una bolsa plástica rotulada y se fijaron en un buffer de formalina al 10% en agua de mar, al cual se le agrega rosa de bengala como tinte, con el fin de teñir los organismos y facilitar la separación posterior. Luego, las muestras se lavaron con agua dulce, utilizando un tamiz de 500 micras de poro para retener la posible macrofauna existente.

Los puntos rojos en la **Figura 5.2.2.3.1.a** indican el lugar dónde se tomó cada una de las muestras.

**Figura 5.2.2.3.1.a**  
**Puntos de toma de muestras de sedimento**



De acuerdo con la clasificación textural de Shepard (USCS) y los porcentajes de arena, limo y arcilla observados en el estudio, los sedimentos en las seis localidades de muestreo fueron del tipo limo-arena.

Los valores de los parámetros D50 y D90 obtenidos de cada una de las muestras fueron presentados en la **Tabla 5.2.2.3.b**. La constitución de las mismas son:

- **Limos:** Los limos contribuyeron con el mayor porcentaje a la composición del sedimento en los seis sitios de muestreo. El porcentaje más alto de limos se observó en la estación M-6 del sitio (70.3%), mientras que el más bajo se registró en la estación M-3 (0.5%). El porcentaje de limos disminuyó con el aumento de la profundidad.
- **Arenas:** Las arenas, después de los limos, presentaron los porcentajes más altos para la composición del sedimento. La estación M-3 presentó el porcentaje más alto (73.9%) de arenas y la estación M-5 presentó el porcentaje más bajo (17%).
- **Gravas:** Las gravas fueron el tipo de grano más escaso en el sedimento en todos los sitios de muestreo, con un porcentaje máximo de 25.6 en la estación M-3, y su ausencia (0.9%) en la estación M-2. El porcentaje de gravas disminuyó con la profundidad.

Una particularidad de la composición granulométrica del área de estudio es su naturaleza terrígena, ya que los sedimentos provienen del aporte del Estero Balsa, junto a otros cursos,



incluido el Río Masacre. Ello determina el color gris oscuro del sedimento, y su granulometría fina.

En la zona de estudio el sedimento que compone el lecho marino es básicamente arena y limo de origen terrígeno proveniente del aporte de los cursos de agua (Estero Balsa y Río Masacre). La componente de arena, por su mayor tamaño no es la que más aporta a los fenómenos de turbidez al ser suspendida por fenómenos naturales, sino que son las partículas más finas las que causan el mayor impacto por su facilidad para resuspenderse y trasladarse. En tal sentido la mayor problemática se encuentra en los sedimentos cercanos a la terminal marítima de Manzanillo, que son los que poseen el mayor porcentaje de partículas finas, con un gradiente de granulometría con sedimentos arcillosos (fango a arena fina) dominando en la proximidades del puerto y un incremento de la componente de material grueso de arena y grava (arena media a gruesa) hacia el océano.

### 5.2.3

#### **Área de Influencia Directa y Área Directamente Afectada – Componente 2 – Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

##### 5.2.3.1

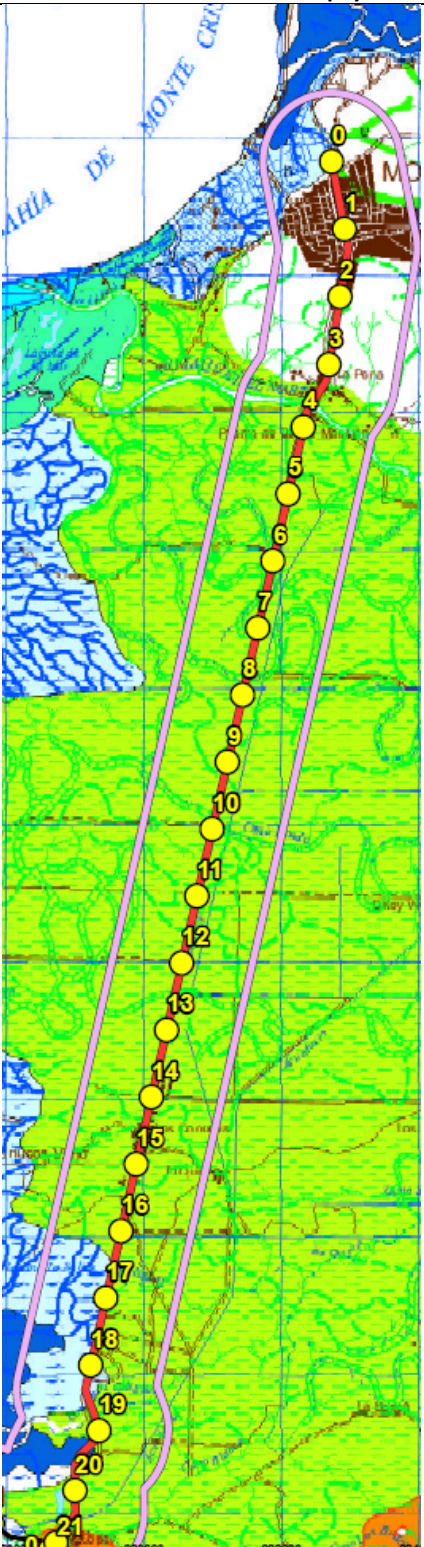
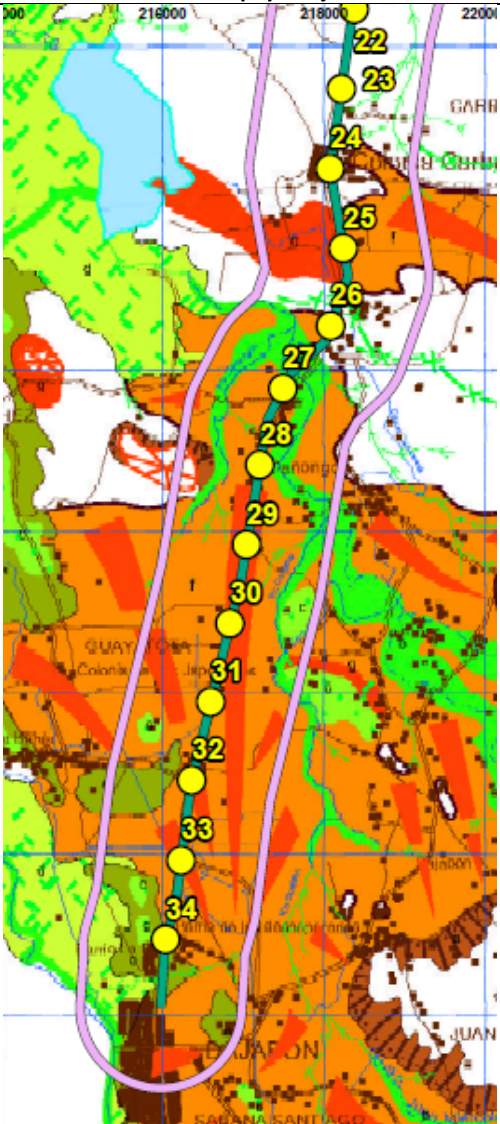
##### **Unidades Terrenos y Asociación de Relevé**

Porque las carreteras son un proyecto lineal, las características del medio físico en el AID/ADA no difieren mucho de las ocurrencias ya descritas en el AII (**Sección 5.2.1**), excepto por un número menor de ocurrencias de formaciones geológicas y pedológicas.

En la **Tabla 5.2.3.1.a** se indican los tramos en km de las carreteras, con la indicación de la unidad geológica y la asociación de relieve en cada uno. En la Tabla también se presentan la hidrografía y los procesos dinámicos superficiales activos que deben considerarse en los trabajos de rehabilitación de las carreteras.

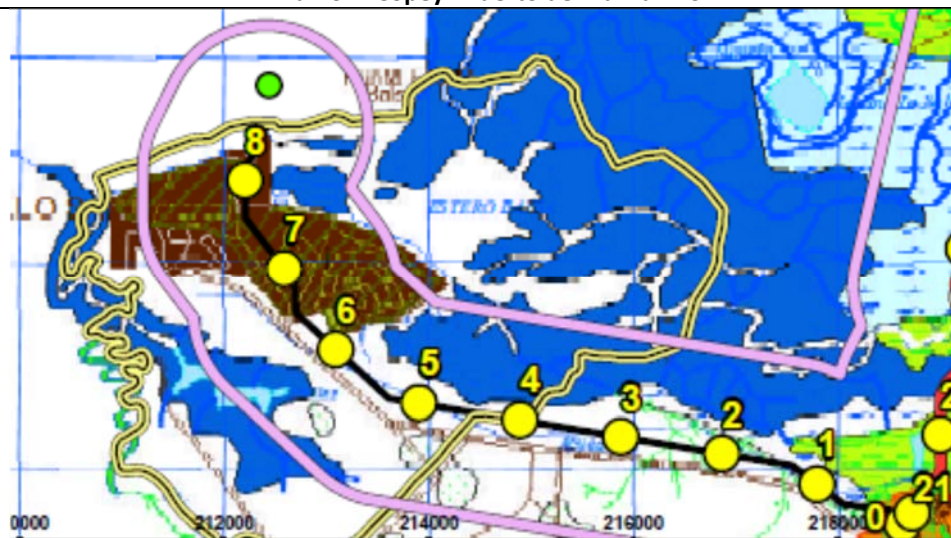
Tabla 5.2.3.1.a

## Medio Físico en el AID/ADA de las carreteras (Componente 2)

Tramo Monte Cristi – El Copey	Unidades Terrenos y Asociación de Relevó	Tramo El Copey - Dajabón	Terrenos y Asociación de Relevó
	<p><b>Unidades de Terrenos</b></p> <p>Km 0,0 – Km 0,2: Fondo de Vale con gravas y gravas con cantos.</p> <p>Km 0,2 – Km 02+500: Unidad Monte Cristi – Núcleo Urbano.</p> <p>Km 02+500 – km 03+800: Unidad Monte Cristi, Grauvacas y limonitas en facies turbidíticas.</p> <p>Km 03+800 – km 04+700: Llanura de Inundación con cauces abandonados limos y arenas.</p> <p>Km 04+700 – km 04+900: Formación Gurabo. Margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas, calizas limosas con corales.</p> <p>Km 04+900 – km 18+000: Llanura de Inundación con cauces abandonados limos y arenas.</p> <p>Km 18+000 – km 18+600: Marisma alta. Limos y arenas finas.</p> <p>Km 18+600 – km 19+100: Llanura de Inundación.</p> <p>Km 19+100 – km 20+000: Marisma baja. Manglares</p> <p>Km 20+000 – km 20+800: Llanura de Inundación.</p> <p>Km 20+800 – km 21+800: Glacis. Arenas y gravas.</p> <p><b>Asociación de Relevé</b></p> <p>Km 0,0 - km 03+800: Relieve de origen fluvial y de escorrentía superficial: Topográficamente plano con la ocurrencia de barrancos, incisión linear y línea de drenaje difusa.</p> <p>Km 03+800 – km 21+000: Relevé de origen fluvial y de escorrentía superficial. Relieve plano constituido de arenas y limos, de la llanura de inundación del río Yaque. Ocurre por todo tramo, cauces y meandros abandonados, que por veces son temporalmente inundados. También ocurre líneas de drenaje difusas.</p> <p>Km 16+500 – km 18+700: en la margen derecha de la carretera (sentido Copey) se observa de marismas altas constituido de limos e arenas. En pequeño tramo Km 19+000-km 19+500 se reconoce la ocurrencia de manglares.</p> <p>Km 21+000 – km 21+800: Relieve de glaci de acumulación.</p> <p><b>Procesos da dinámica superficial actuales</b></p> <p>Km 0,0 - km 03+800: En esto tramo se reconocen procesos de erosión vertical de lecho de cursos de agua hasta barrancos y cárcavas.</p> <p>Km 03+800 – km 21+000: Zona de llanura de inundación pudiendo ocurrir inundaciones eventuales.</p> <p>Km 16+500 – km 21+000: en la margen derecha de la carretera (sentido Copey) se observan marismas altas que son zonas inundables en mareas excepcionales asociadas a marinas bajas que son zonas inundables en mareas ordinarias.</p>		<p><b>Unidades de Terrenos</b></p> <p>Km 21+800 – km 22+700: Formación Gurabo. Calizas argilosas biodetríticas y calcareniscas.</p> <p>Km 22+700 - km 23+200: Formación Gurabo. Margas localmente fosilíferas blanquecidas con meteorización.</p> <p>Km 23+200 – km 24+000: Glacis aluviales.</p> <p>Km 24+000 – km 24+400: Formación Gurabo. Margas localmente fosilíferas blanquecidas con meteorización.</p> <p>Km 24+400 – km 25+700: Glacis aluviales.</p> <p>Km 25+700 - km 26+100: Formación Gurabo. Margas localmente fosilíferas blanquecidas con meteorización.</p> <p>Km 26+100 – km 35+000: Glacis aluviales.</p> <p><b>Asociación de Relevé</b></p> <p>Km 21+800 – km 24+500: Relieve de origen fluvial y de escorrentía superficial: Topográficamente plano con la ocurrencia de barrancos, incisión linear y línea de drenaje difusa.</p> <p>Km 24+500 – km 25+700: Relevé de origen poligénica depósitos mixtos asociada a glacis de acumulación.</p> <p>Km 25+700 - km 26+300: relevé plano de origen fluvial asociado a escorrentía superficial, con la ocurrencia incisiones lineares y divisorias de agua poco definida.</p> <p>Km 26+300 – Km 27+000: área de acumulo de aluvines fluviales actuales.</p> <p>Km 27+000- km 35+000: Relevé de origen poligénica depósitos mixtos asociada a glacis de acumulación.</p> <p><b>Procesos da dinámica superficial actuales</b></p> <p>No se esperan problemas mayores en este tramo. Solo en el inicio entre El Copey y Colonia Carbonera son reconocidos algunos procesos de erosión vertical de lechos e incisiones, pudiendo ocurrir barrancos e cárcavas.</p>



## Tramo El Copey - Puerto de Manzanillo

**Terrenos y Asociación de Relev****Unidades de Terrenos**

Km 0+00 – Km 0+300: Glacis arenas y gravas.

Km 0+300 – Km 01+000: llanura de Inundación.

Km 01+000 – km 06+500: Formación Gurabo. Margas con intercalaciones de arenas y calizas coralinas.

Km 06+500 – Km 08+000: Fm La Isabela. Calizas arrecifales.

Km 08+000 – Puerto Manzanillo: Cordón litoral. Arenas asociadas a marismas altas.

**Asociación de Relev**

Todo o tramo está en la llanura costera, en relevo plane asociado a formas marino litoraneas, como marismas altas y bajas y cordon litoraneo de la playa de manzanillo.

**Procesos da dinámica superficial actuales**

No és esperado problemas maoiores en este tramo. Solo en en inicio entre El Copey y el Puerto de Manzanillo se reconocen algunos procesos de erosion vertical de lechos e incisiones, podendo ocurrir ravinas e cárcavas. Del medio del tramo hasta al puerto, el área está bajo de condiciones de marismas bajas que son zonas inundables en mareas ordinárias.

**5.2.3.2****Terremotos**

En una región donde la actividad neotectónica es evidente, sorprende que las formas originadas por ella sean menos de las previsibles. Por lo que se refiere a los principales sistemas de fallas, probablemente esto es debido a la elevada velocidad de erosión y a la densa cubierta vegetal de las sierras, factores que sin duda enmascaran rápidamente algunas de dichas formas, como los escarpes producidos por las fallas. Sin embargo, el rastro de la Zona de Falla Septentrional SFZ tiene características geomorfológicas típicas de las fallas activas transcurrentes, es decir: *shutter ridges*, drenajes alineados, conflictos de vegetación, pliegues en echelon, escarpes, etc.

La Zona de Falla Septentrional (*Septentrional Fault Zone - SFZ*), que cruza el área densamente poblada del Valle de Cibao, constituye la expresión más importante del sistema de fallas transcurrentes activas y capaces en la República Dominicana. Se entiende por falla activa aquella que afecta a materiales holocenos o incluso cuaternarios según diversos criterios (GONZÁLEZ DE AVILLEJO, 1980). Los criterios más conservadores consideran activas aquellas fallas con actividad manifiesta en los últimos 2 millones de años. De forma similar al concepto de falla activa se utiliza el de falla capaz en el sentido de su capacidad de ser activa. Se entiende por falla capaz aquella que presenta deformación de edad cuaternaria o sismicidad asociada, e incluso relación estructural con otra falla activa.

En la **Figura 5.2.3.2.a** se muestra el área de estudio junto a los lugares preliminarmente escogidos para la instalación de sismógrafos y así monitorear las Fallas: Septentrional, Norte de La Española (Límite de Placas NA-CA), Camú y Río Grande entre otras.

**Figura 5.2.3.2.a**  
**Ubicación de Sismógrafos**



Actualmente, la República Dominicana país carece de la instrumentación necesaria en el noroeste para caracterizar dos de las estructuras geológicas más peligrosas de esa región: La Falla Septentrional (SFZ) y la Falla Norte de la Isla (NHFS), ambas presuntas responsables de los terremotos del 1562 y 1842 que destruyeron parte de Santiago y La Vega, así como Cabo haitiano.

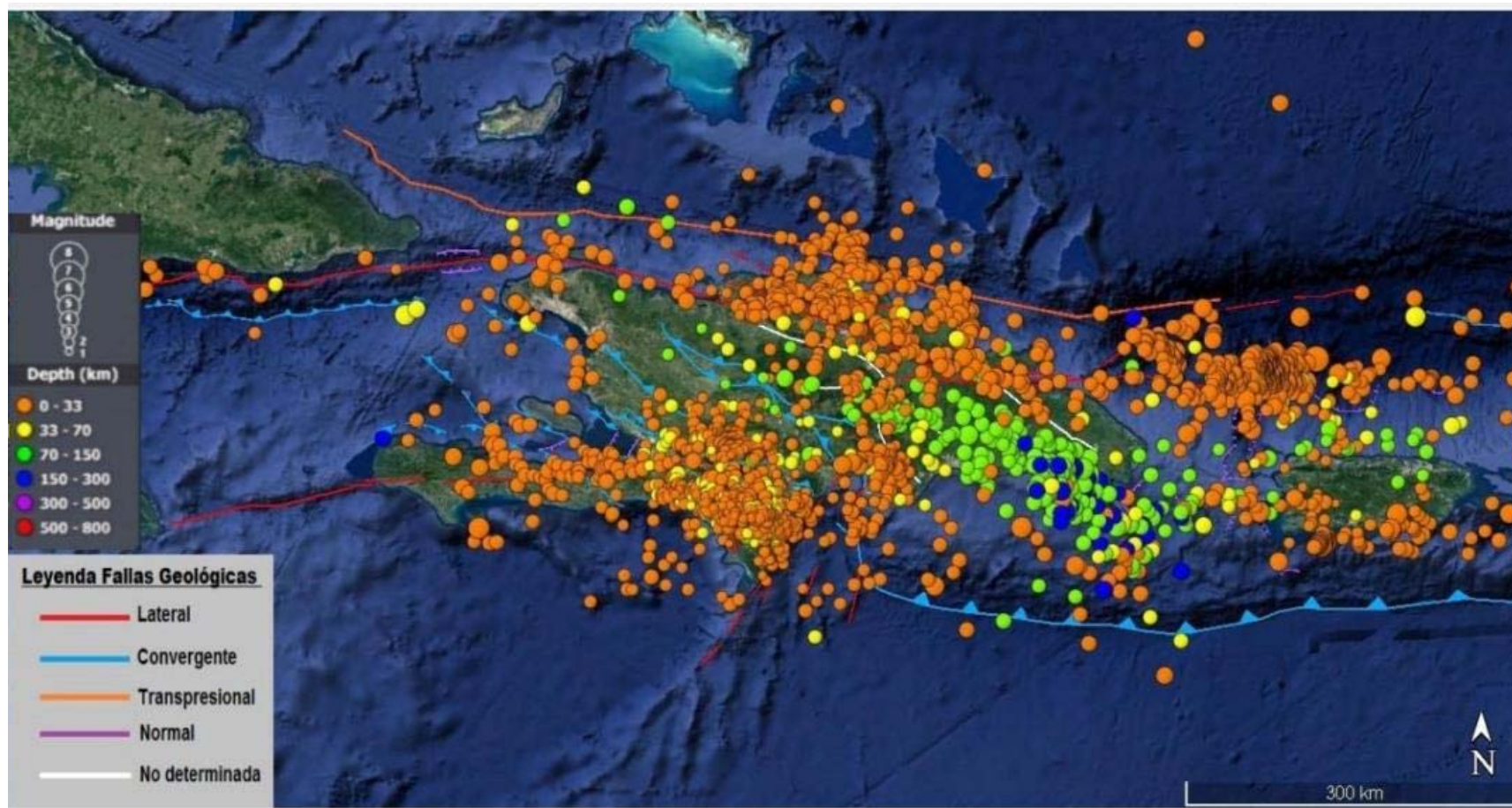
**Cordillera Septentrional:** Posiblemente la sismicidad más preocupante para la región norte de la isla, pudiendo estar asociada con la subducción de la placa Norteamericana por debajo de la Caribeña e interceptada por la Falla Septentrional que se encuentra aprisionada por la compresión de esta subducción y el empuje de la Dorsal de Beata.

Además, se puede observar alguna sismicidad asociada posiblemente a la Falla Río Grande y al igual que la Sierra de Bahoruco y la Sierra de Neyba, sismicidad dispersa perteneciente a un sistema de fallas secundarias ciegas debajo de la Cordillera. En la **Figura 5.2.3.2.b** se muestra la sismicidad medida durante el año 2019 realizado por el Instituto Politécnico Loyola, se registró más de 2,000 eventos sísmicos registrados (Observatorio Sismológico durante el año 2019 Instituto Politécnico Loyola [IPL]..<http://ipl.edu.do>).

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	165



Figura 5.2.3.2.b  
Sismos medidos en año 2019



### 5.3

#### Medio Biótico

##### 5.3.1

#### Área de Influencia Indirecta – Componente 1 – Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y Componente 2 – Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto

##### 5.3.1.1

#### Vegetación y Flora

#### Metodología

La caracterización de la vegetación y flora del Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto fue realizada principalmente en gabinete, consistiendo en el relevamiento y el análisis de información disponible acerca de la región donde se ubica el proyecto, además de la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución disponibles en el programa *Google Earth*.

Una de las principales referencias bibliográficas utilizadas fue el “Estudio de Uso y Cobertura del Suelo” (MMA, 2012a), que mapea, cuantifica y describe la cobertura vegetal del país. Además, para la caracterización de la vegetación del AII se buscó informaciones acerca de las ecorregiones presentes en el AII (DINNERSTEIN *et al.*, 1995), endemismos de la flora y otras publicaciones técnico-científicas.

#### Resultados

La mayor parte del AII del proyecto, considerando el puerto y las tres carreteras, está ubicada en la ecorregión denominada de “Bosques Secos de la Española” (*Hispaniolan Dry Forests*), que abarca parte de los territorios de la República Dominicana y del Haití, con 14,601 km<sup>2</sup> (DINNERSTEIN *et al.*, 1995). Esa ecorregión tiene importancia bioregional y alta prioridad, con status de conservación “en peligro”, debido a amenazas como la deforestación, quemadas y uso recreativo intensivo.

Además, parte del AII de la carretera, en el tramo Dajabón – El Copey, se encuentra en la ecorregión “Bosques Húmedos de la Española” (*Hispaniolan Moist Forests*) y un pequeño tramo al norte del AII de la carretera Monte Cristi – Copey está ubicada en la ecorregión “Manglares de las Antillas Mayores” (*Greater Antillean Mangroves*). La ecorregión “Bosques Húmedos de la Española”, que abarca parte de la República Dominicana y del Haití, con 43.136 km<sup>2</sup> de superficie, tiene importancia regional y la más alta prioridad, también con status de conservación “en peligro”. La ecorregión “Manglares de las Antillas Mayores” también tiene status de conservación “en peligro” y grado de amenaza mediano.

Según Mittermeier *et al.* (2004), las Islas del Caribe son consideradas un *hotspot* de biodiversidad, que son áreas prioritarias para la conservación debido al elevado número de endemismos que albergan y al avanzado estado de degradación de sus hábitats. Las Islas del Caribe tienen afinidades florísticas variadas, sin embargo comparten una historia común de contacto limitado con las biotas continentales. Su diversidad florística y la tasa de endemismos son muy altas, con un total de 13,000 especies estimadas para la región (DAVIS *et al.*, 1997).



*apud* MITTERMEIER *et al.* 2004), incluyendo cerca de 6,550 especies endémicas de una solo isla. Según el Instituto Smithsonian<sup>9</sup>, la flora de la Hispaniola (República Dominicana y Haití) comprende aproximadamente 185 familias, 1,102 géneros y 4,616 *taxa* nativos, con una tasa de endemismo de 43.9%. Es importante destacar que el AII del proyecto no se sobrepone a ninguna de las 15 zonas de alto endemismo de la República Dominicana, según el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMA, 2012b).

De acuerdo con Tolentino & Peña (1998), la República Dominicana presenta una gran variabilidad fisiográfica compuesta por una serie de cadenas de montañas, siendo la principal la cordillera Central, donde se ubica el punto más alto de la región del Caribe, además de extensas áreas de relieve plano, intercaladas entre los sistemas montañosos, así como varias llanuras, tanto en el norte como en el sur y este del país. La variabilidad orográfica y climática origina una gran diversidad de ecosistemas, la mayoría representados en el sistema nacional de áreas protegidas.

Según el “Estudio de Uso y Cobertura del Suelo” (MMA, 2012a), la vegetación natural ocupa aproximadamente el **46.34%** del área total del país, incluyendo bosques, matorrales, vegetación de humedales, áreas de escasa vegetación y sabana de altura. El restante (53.66%) lo ocupan las áreas agropecuarias y otros tipos de coberturas (**Tabla 5.3.1.1.a**).

**Tabla 5.3.1.1.a**

**Distribución de las unidades de vegetación y su extensión en la República Dominicana**

Categorías	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Total (%)
<b>Total de bosques</b>	<b>18,923.45</b>	<b>100.00</b>	<b>39.24</b>
<b>Bosque conífero</b>	<b>3,315.57</b>	<b>17.52</b>	<b>6.87</b>
Bosque conífero denso	2,027.22	10.71	4.20
Bosque conífero abierto	1,288.35	6.81	2.67
<b>Bosque latifoliado</b>	<b>10,461.46</b>	<b>55.28</b>	<b>21.69</b>
Bosque latifoliado húmedo	7,096.64	37.50	14.71
Bosque latifoliado semihúmedo	2,494.54	13.18	5.17
Bosque latifoliado nublado	870.28	4.60	1.80
<b>Bosque seco</b>	<b>483,531.00</b>	<b>25.55</b>	<b>10.03</b>
<b>Bosque de humedales</b>	<b>311.11</b>	<b>1.64</b>	<b>0.65</b>
Bosque de drago	17.96	0.09	0.04
Bosque de mangles	293.16	1.55	0.61
<b>Total de matorrales</b>	<b>2,859.76</b>	<b>100.00</b>	<b>5.93</b>
Matorral latifoliado	725.14	25.36	1.50
Matorral seco	2,128.98	74.45	4.41
Matorral de mangles	5.65	0.20	0.01
<b>Total de vegetación de humedales</b>	<b>23.01</b>	<b>99.99</b>	<b>0.05</b>
Humedales salobres	7.03	30.54	0.01
Humedales de agua dulce (eneas)	15.98	69.45	0.03
<b>Total de escasa vegetación</b>	<b>536.28</b>	<b>100.00</b>	<b>1.11</b>
<b>Total de sabana de altura (pajonal de montaña)</b>	<b>5.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.01</b>
<b>Total de uso agropecuario</b>	<b>24,200.23</b>	<b>100.00</b>	<b>50.18</b>
<b>Total de otros usos (mina, arena, cuerpos de agua, zonas urbanas)</b>	<b>1,682.71</b>	<b>100.00</b>	<b>3.49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>48,230</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: MMA (2012a).

<sup>9</sup> <https://naturalhistory2.si.edu/botany/WestIndies/>

Como se observa en la **Tabla 5.3.1.1.a**, las comunidades vegetales definidas como bosques, que incluyen desde el bosque conífero, latifoliado, seco y de humedales (incluso manglares), ocupan el segundo lugar en superficie, con 18,923.45 Km<sup>2</sup>, representando el 39.24% del área total del país (MMA (2012a)). Los bosques latifoliados cubren el 55.28% de las áreas boscosas, equivalentes al 21.69% del territorio nacional, siendo la unidad de mayor cobertura dentro de los bosques. Los bosques conífero (6.87%) y seco (10.03%) ocupan el 16.90% del país. La menor cobertura dentro de las áreas boscosas es ocupada por los bosques de humedales (de drago y de mangles), con el 0.65%. El mantenimiento de la cobertura boscosa, principalmente de los bosques latifoliados húmedo y nublado en las partes altas de las cordilleras, se ve afectado sensiblemente por el crecimiento de la agricultura de subsistencia y los pastos extensivos (TOLENTINO & PEÑA, 1998).

Los matorrales se presentan en diversos ambientes (latifoliado, seco y de mangles) y ocupan un área de 2,859.76 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 5.93% del área total, siendo el matorral seco lo que mayor extensión ocupa, con un 74.45% dentro de este tipo de vegetación. Las áreas de escasa vegetación cubren 536.28 km<sup>2</sup> (el 1.11% del territorio nacional), mientras que la sabana de altura (pajonal de altura) ocupa solo 5.00 km<sup>2</sup>, representando el 0.01% del país.

En las imágenes satelitales del *Google Earth* de la región del proyecto, se nota que el paisaje del AII se encuentra bastante antropizado, con predominio de áreas de usos agropecuarios que, en las provincias de Monte Cristi y en Dajabón, representan respectivamente el 47.18% y el 57.62% del área total de sus superficies (MMA, 2012a) (**Tabla 5.3.1.1.b**).

**Tabla 5.3.1.1.b**

**Distribución de las unidades de vegetación y su extensión en las provincias de Monte Cristi y Dajabón**

Provincias	Monte Cristi		Dajabón	
Categorías	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
<b>Total de bosques</b>	<b>610.19</b>	<b>32.12</b>	<b>390.63</b>	<b>38.67</b>
Bosque conífero denso	-	-	70.64	6.99
Bosque conífero disperso	17.67	1.75	37.20	3.27
Bosque latifoliado húmedo	0.02	0.00	153.56	15.20
Bosque latifoliado nublado	-	-	14.53	1.44
Bosque latifoliado semihúmedo	5.08	0.27	64.11	6.35
Bosque seco	520.62	27.40	70.09	6.94
Bosque de mangles	84.47	4.45	0.01	0.00
<b>Total de matorrales</b>	<b>323.30</b>	<b>17.02</b>	<b>26.57</b>	<b>2.63</b>
Matorral latifoliado	2.07	0.11	0.56	0.06
Matorral seco	321.23	16.91	26.00	2.57
<b>Total de humedales</b>	<b>12.80</b>	<b>0.67</b>	-	-
Humedales salobres	12.80	0.67	-	-
<b>Total de escasa vegetación</b>	<b>26.16</b>	<b>1.38</b>	<b>3.18</b>	<b>0.31</b>
<b>Total de usos agropecuarios</b>	<b>896.43</b>	<b>47.18</b>	<b>582.04</b>	<b>57.62</b>
<b>Total de otros usos</b>	<b>31.02</b>	<b>1.62</b>	<b>7.78</b>	<b>0.77</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,899.9</b>	<b>100.00</b>	<b>1,010.2</b>	<b>100.00</b>

Fuente: MMA (2012a).



En general, la vegetación nativa en el AII está fragmentada en parches de tamaños variados, principalmente a lo largo de las carreteras. Se resalta que el AII del proyecto abarca la parte sur del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa y la parte norte de la Reserva de Vida Silvestre Laguna Saladilla, donde la cobertura vegetal es más continua y preservada.

La vegetación predominante en el AII del puerto está conformada por el bosque de mangles y el matorral seco; en AII de las carreteras, predomina el bosque seco, además del bosque latifoliado semihúmedo, del matorral seco y humedales de agua dulce. Se resalta que, en la provincia de Monte Cristi, el bosque seco cubre el 27.40% de su territorio, el matorral seco representa el 16.91% y el bosque de mangles el 4.45% (**Tabla 5.3.1.1.b**). En Dajabón, el bosque seco ocupa 6.94% de la provincia, el bosque latifoliado semihúmedo representa el 6.35%, el matorral seco el 2.57% y el bosque de mangles cubre menos de 0.00% del área total de la provincia.

A continuación, se presenta la caracterización de los tipos de vegetación predominantes en el AII del proyecto, con base principalmente en la publicación de MMA (2012a), excepto cuando informada otra referencia.

### Bosques

La categoría de bosque considera las formaciones con árboles cuyas alturas superan los 5 metros y cubiertas de copas de más del 40%. Incluye: el bosque de coníferas (abierto y denso), el bosque latifoliado (nublado, húmedo y semihúmedo), el bosque seco y el bosque de humedales (de agua dulce – dragos - y de humedales salobres - mangles). La superficie ocupada por los bosques es de 18,923.45 km<sup>2</sup>, equivalente al 39.24 % de la cobertura total del país.

- *Bosque seco*

Los bosques secos son mayormente secundarios (en proceso de regeneración) a causa del impacto humano a que han sido sometidos durante siglos. Son compuestos por especies de árboles semidecíduos, que crecen en zonas de menos de 600 msnm, con temperatura promedio de 26 a 28°C y precipitaciones promedios de 500 a 800 mm por año. La evapotranspiración potencial en bosque seco excede los niveles de precipitación durante 8-10 meses en cada año.

La superficie ocupada por esta categoría de bosque es 4,835.31 km<sup>2</sup>, lo que representa el 25.55% de la cobertura de bosques y el 10.03% del territorio nacional. Esta unidad se distribuye en la parte baja de las cordilleras, teniendo variadas coberturas como límites: agricultura intensiva, sabana de humedales salobres, áreas de escasa vegetación, matorrales secos, pastos y agricultura de subsistencia. Las mayores coberturas de bosque seco se localizan en las regiones Noroeste en Santiago, Valverde, Dajabón y Montecristi y Sur-suroeste, desde Baní hasta Pedernales, incluyendo las provincias Bahoruco, Barahona e Independencia y entre Azua, San Juan y Elías Piña.

El bosque seco presenta una densidad arbórea mayor de 60%, con especies que pueden alcanzar 5 a 10 metros de altura. Las especies dominantes en su estrato arbóreo son: *Bursera simaruba* (almácigo), *Acacia sclerofila* (candelón), *Phyllostylon brasiliensis* (baitoa), *Guaiacum*

*sanctum* (vera), *Guaiacum officinale* (guayacán), *Acacia macracantha* (cambrona), *Krugiodendron ferreum* (quiebrahacha), *Prosopis juliflora* (bayahonda), *Senna atomaria* y *Metopium* sp. Otra especie presente en esta unidad es *Leucaena leucocephala* (leucaena).

En el estrato arbustivo encontramos las especies: *Eugenia rhombea* (arraiján), *Eugenia axillaris* (escobón colorado), *Eugenia foetida* (escobón), *Calliandra haematomma* (oreganillo, tabacuelo), *Savia sessiliflora* (cuba negra), *Turnera difusa* (oreganillo), *Croton azuensis*, *Amyris elemifera* (guaconejo, palo de tea), *Exostema caribaeum* (quinina), *Croton* sp., *Colubrina elliptica* (mabí), *Capparis flexuos* (mostazo, huevo de perro, frijol de monte), *Capparis ferruginea* (mabí), *Comocladia dodonea* (guao, brésillet), *Senna atomaria*, *Buxus glomerata*, *Maytenus buxifolia* (jaiquí, raisin marrón), *Adelia ricinella* (grenade marrón) y *Gyminda latifolia*. En el estrato herbáceo aparecen dos especies, *Commelina* sp. y *Agave antillarum* (karatas).

- *Bosque latifoliado semihúmedo*

La categoría de bosque latifoliado comprende las comunidades vegetales donde predomina la mezcla de especies de hojas anchas, desde semihúmedos (en transición) hasta nublados. El bosque latifoliado semihúmedo se encuentra entre la zona de transición del bosque latifoliado húmedo y del bosque seco. Se da este fenómeno que por razones climáticas y geográficas entre ambos media una franja de transición que, dependiendo de las características fisiográficas, varía en la separación de ambos ecosistemas, con altitudes de 0 a 900 msnm, pluviometría entre 1,000 y 1,800 mm y temperatura entre 21 y 26°C.

El bosque latifoliado semihúmedo ocupa una superficie de 2,494.54 km<sup>2</sup>m, representando 13.18% de la cobertura de bosques y el 5.17% del territorio nacional. Está ubicado en las partes bajas y medias de las cordilleras y sierras, con excepción de la cordillera Oriental y Los Haitises, delimitando en la mayoría de los casos con el bosque seco en su límite inferior y con el bosque húmedo en la parte superior.

Las condiciones físicas y ambientales donde se desarrolla el bosque latifoliado semihúmedo le permiten tener una composición florística rica y variada, que incluye especies de los bosques latifoliado húmedo y seco que comúnmente lo delimitan. La densidad arbórea de esta unidad de vegetación es mayor de 60%.

Entre sus especies dominantes se pueden citar: *Coccoloba diversifolia* (uva cimarrona), *Bursera simaruba* (almácigo), *Clusia rosea* (cupey), *Guaiacum sanctum* (vera), *Metopium brownei* (cotinilla), *Ottoschulzia rhodoxylon* (cuero de puerco), *Krugiodendron ferreum* (quiebrahacha), *Bucida buseras*, *Chrysophyllum oliviforme* (caimito de perro), *Swietenia mahagoni* (caoba), *Senna atomaria* y *Syderoxylon foetidissimum* (caya amarilla).

En el estrato arbustivo se encuentran: *Eugenia axilaris* (escobón de vara), *Eugenia foetida* (escobón), *Eugenia confusa* (yayao), *Amyris elemifera* (guaconejo, palo de tea), *Erythroxylon brevipes*, *Krugiodendron ferreum* (quiebrahacha), *Psychotria nervosa* y *Antirhea lucida*. En el estrato herbáceo aparecen: *Zamia debilis* (guáyiga), *Wallenia gracilis* (caimonicillo), *Commelina* sp., *Pilea* sp., *Bromelia plumieri* (maya cimarrona) y *Peperomia glabella*.



- *Bosque de mangle*

El manglar o bosque de mangle es un ecosistema costero-marino exclusivo de las costas tropicales, relacionado con el avance de la vegetación terrestre hacia el mar y los humedales (MMA, 2012b). Los suelos son poco consolidados debido a la humedad, en altitudes entre 0 y 10 msnm, pluviometría promedio de 600 a 2,000 mm y temperatura media anual de 26 a 32°C. Los bosques de mangles en áreas permanentemente inundadas se desarrollan a lo largo de las zonas costeras y áreas aledañas a las desembocaduras de ríos, orillas de lagos y lagunas costeras con intrusión salina.

Esta unidad ocupa una superficie de 293.16 km<sup>2</sup>, equivalente al 1.55% del área de bosque y 0.61% respecto al territorio nacional. Las áreas más representativas se localizan en puntos específicos de las zonas costeras, como las bahías de Samaná, San Lorenzo y Manzanillo y una franja que cubre desde la carretera que conduce al Morro hasta el caño Gran Dosieer, en el Noreste de la ciudad de Montecristi.

La densidad arbórea de los bosques de mangle es mayor de 80% e incluye especies vegetales propias, adaptadas a ambientes inundados. Se caracteriza por tener una altura entre 5 y 20 metros y una densidad entre 70 y 85% de cobertura. Los árboles dominantes en el estrato arbóreo son *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Avicennia germinans* (mangle prieto).

En los estratos arbóreo y arbustivo, solamente abunda la especie mangle botón (*Conocarpus erectus*), pudiendo aparecer la especie mangle prieto (*Avicennia germinans*). Casi no hay herbáceas, pero pueden aparecer la barilla (*Batis maritima*) y el orozú de monte (*Phyllanthus nodiflora*).

Según Hager & Zanoni (1993), la vegetación de los manglares tienen estrategias típicas para contrarrestar las condiciones anaeróbicas del suelo y el movimiento del agua, como los neumatóforos y raíces adventicias, que muchas veces nacen del tronco a varios metros por encima de la superficie. En general, existe una zonificación que varía según salinidad y frecuencia de inundaciones. Las especies más tolerantes a la salinidad son: *Sesuvium portulacastrum*, *Salicornia perennis*, *S. bigevollii*, *Heterostachys ritteriana*, *Heliotropium curassavicum*, *Sporobolus virginicus*, *Stemodia maritima* y *Distichlis spicata*. Especies menos tolerantes son *Batis maritima* y *Lippia nodiflora*, que normalmente se encuentran en la transición a los manglares. No hay especies endémicas en los manglares.

#### Matorrales

Esta denominación agrupa las comunidades vegetales compuestas por especies arbustivas y arbóreas que crecen en áreas que están en proceso de regeneración natural, resultante del talado de los bosques, de las condiciones ecológicas y/o donde el sustrato geológico y el suelo limitan su desarrollo. Alcanzan una altura máxima de 5 metros y se pueden encontrar en diversos ambientes (secos, húmedos o de áreas especiales como son los manglares). Ocupa una superficie total de 2,859.76 km<sup>2</sup>, lo que representa el 5.93% de la superficie del país. En el AII, se encuentran el matorral seco y el matorral de manglar.

- *Matorral seco*

Ocupa una superficie de 2,128.98 km<sup>2</sup> (74.45% de los matorrales) y representa el 4.41% del territorio nacional. Se concentra mayormente en las regiones Sur-suroeste y Noroeste del país. En la región Norte, el matorral seco se encuentra en las partes bajas de las cordilleras Central y Septentrional, limitando siempre con el bosque seco, agricultura de subsistencia y escasa vegetación. En el Bajo Yaque del Norte, limita con cultivos intensivos en las áreas próximas a Montecristi; abundan en dirección Sur hasta Copey y Santa María y hacia el Sureste hasta Villa García y El Manantial.

Las especies consideradas dentro de esta categoría son las mismas del bosque seco. Se puede encontrar las siguientes especies: *Bursera simaruba* (almácigo), *Tabebuia berterii* (aceituno, olivo), *Sweitenia mahagoni* (caoba), *Ternstroemia peduncularis* (botoncillo), *Sideroxylon cubensis*, *Guaiacum officinale* (guayacán), *Acacia macracantha* (cambrón), *Brya buxifolia* (tabacuelo), *Citarexylum fruticosum* (penda), *Exostema elegans* (lirio), *Thouinia trifoliata* (cucharita), *Acacia scleroxyla* (candelón), *Erythroxylum areolatum* (arabo carbonero o jibá macho), *Randia aculeata* (crucetillo), *Waltheria indica* (tapacola), *Eugenia maleolens* (escobón), *Haematoxylon campechianum* (palo de campeche), *Cordia globosa* (cinegal), *Agave antillarum* (karatas) y *Mimosa pudica*.

En el estrato herbáceo aparecen las especies: *Forsteronia corymbosa* (ahoga vaca), *Chiococca alba* (bejuco de verraca), *Smilax havanensis*, *Tillandsia flexuosa*, *Tillandsia fasciculata*, *Tillandsia recurvata*, *Oncidium guianensis* y *Psychilis bífida*. En el matorral seco espinoso, encontramos tres especies en el estrato arbóreo: *Jacquinia berterii*, con frecuencia presente, y *Capparis ferruginea* (mabí) y *Guapira brevipedunculata*, ambas con frecuencia escasa.

En el estrato arbustivo aparecen las especies: *Turnera diffusa* (oreganillo), *Mimosa azuensis*, *Piscidia ekmanii*, *Rochefortia acanthophora*, *Crossopetalum rhacoma*, *Maytenus buxifolia* y *Citharexylum microphyllum*.

- *Matorral de mangles*

Ocupa una superficie de 5.65 km<sup>2</sup>, representando el 0.20% de esta cobertura y solo el 0.01 % del territorio nacional. Se encuentra en la bahía de Manzanillo, al Noreste de la laguna de Oviedo y en el tramo costero Cabo Rojo – Pedernales. Otras áreas se encuentran presentes en algunos tramos del valle de Neiba, aumentando la población hacia la zona costera. También aparece en la provincia La Altagracia, alrededor de la laguna Juan Feliz, próximo a la bahía Las Calderas y al Sur del Parque Nacional del Este, limitando con superficie de bosque de mangle.

Dentro de esta unidad de vegetación, se presentan especies de baja altura en suelos pobremente drenados y de baja altitud. Abundan las especies *Conocarpus erectus* (mangle prieto) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), con altura promedio de 2 metros y una densidad total de cobertura de 60 a 80%. *Rhizophora mangle* (mangle rojo) se encuentra presente en poca proporción.



## Humedales

La enea o *Typha domingensis* es una especie herbácea, que crece en suelos pantanosos y puede alcanzar hasta 3 metros de altura. La zona de este tipo de humedal ocupa una superficie total de 15.98 km<sup>2</sup>, representando (69.45 %) de los humedales y apenas el 0.03 % del territorio nacional.

Se localiza principalmente en el Bajo Yuna, limitando con el bosque de humedales de agua dulce, cultivos de arroz, agricultura de subsistencia y pastos. En la zona del municipio de Villa Riva, se localiza hacia la confluencia del río Payabo con el Yuna, en Arenoso en las comunidades de El Aguacate, Ciénaga Vieja y Sabaneta, y en Nagua, en las proximidades de la comunidad de Los Altilos del distrito municipal San José de Matanza. En la región Este del país, al Oeste de la laguna Redonda, al Este de la laguna Limón y en las inmediaciones de las lagunas de Nisibón y Bávaro, además de la laguna Mallén en San Pedro de Macorís; y en el Sureste de la laguna Rincón, en Cabral, Barahona.

Es importante señalar que el AI del proyecto abarca la porción sur del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa, cuya vegetación está conformada por manglares (60.16%) y bosque/matorral seco (11.64%), además de saladares (MMA, 2015). Con base en su plan de manejo (MMA, 2015), son reportadas para el área del parque 201 especies de plantas vasculares (87 familias), de las cuales 178 especies son nativas, nueve son introducidas y una es naturalizada, con un total de 16 especies amenazadas y 11 endémicas de la Isla Hispaniola. Se resalta que los manglares son uno de los principales objetos de conservación del parque, los cuales son uno de los más desarrollados y bien conservados de toda la República Dominicana, constituyendo el centro de atención del área protegida, donde se hallan varias lagunas temporales y permanentes (MMA, 2015).

Además, el AI del proyecto abarca una parte del Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla, donde la vegetación está conformada por bosque seco/semihúmedo y matorral seco (30.66%) y humedal (24.42%) (MMA, 2014a). El estudio de Reynoso & Santana (2012 *apud* MMA, 2014a) reporta 87 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 38 familias, para el ambiente palustre del sistema lagunar de Monte Cristi y, en especial, para la Laguna de Saladilla. De ellas, 78 especies son nativas, una es endémica, ocho naturalizadas y una es exótica. Otro estudio (MMA, 2014b *apud* MMA, 2014a) registra para la zona de la laguna un total de 24 especies de plantas amenazadas o reguladas, bien sea por la legislación nacional o por la CITES, siendo 10 de estas especies endémicas. El humedal y el bosque seco/semihúmedo son unos de los principales objetos de conservación del refugio (MMA, 2014a). A pesar de la perturbación a que el cuerpo de agua y el humedal adyacente han sido sometidos, aún conservan sus rasgos propios como ecosistema. El bosque seco/semihúmedo sirve de ente de amortiguamiento de los impactos negativos que pueden llegar a la laguna.

### 5.3.1.2

#### Fauna

#### 5.3.1.2.1

##### Fauna Terrestre

##### Metodología

El diagnóstico de la fauna terrestre del AII del proyecto fue realizado con base en el levantamiento de informaciones secundarias, principalmente provenientes de los planes de manejo del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa (MMA, 2015) y del Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladillo (MMA, 2014). Ambas las áreas protegidas son parcialmente abarcadas por el AII del proyecto.

Se consultaron también otras fuentes técnico-científicas, además de la página electrónica de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN<sup>10</sup> para obtener informaciones como status de conservación, distribución geográfica/endemismo y hábitats.

##### Resultados

El AII del proyecto es compuesto por diferentes ambientes, de terrestres a costeros. En los ambientes costeros, figuran los bosques de mangles (o manglares), gran parte de ellos localizados dentro del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa.

En los ambientes terrestres, hay predominio de matorral seco y de bosque seco, principalmente en el entorno de las carreteras, pero también dentro del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa. El Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla incluye la laguna de mismo nombre, con aproximadamente 145 hectáreas de superficie, y extensas áreas de humedales.

La diversidad de especies y hábitats encontrados en la literatura reflejan esa diversidad de ambientes. Debe resaltarse que el AII se encuentra bastante antropizada, con predominio de áreas de agricultura y zonas urbanas. Con excepción del bosque de mangles, la vegetación nativa se encuentra, en general, bastante fragmentada.

##### Herpetofauna

Los planes de manejo del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa (MMA, 2015) y del Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladillo (MMA, 2014) registran un total de 28 especies de herpetofauna terrestres en sus territorios<sup>11</sup>, pertenecientes a 13 familias y tres órdenes (**Cuadro 5.3.1.2.1.a**).

Los anfibios están representados por la orden Anura (ranas y sapos), con nueve especies y cuatro familias. Los reptiles están divididos en dos órdenes: Squamata (lagartos, iguanas, serpientes y afines), con 18 especies y 8 familias, y Testudines (tortugas), con una especie y

<sup>10</sup> <https://www.iucnredlist.org/>

<sup>11</sup> Excepto por cuatro especies de anuros, registradas en localidades no especificadas en la Provincia de Monte Cristi (ver el **Cuadro 5.3.1.2.1.a**)



una familia. Las familias que se destacan con la mayor riqueza son: Dipsadidae, con cinco especies de culebras, y Dactyloidae y Hylidae, la primera con cuatro especies de lagartos arborícolas y la segunda con cuatro especies de ranas arborícolas.

Los anfibios y los reptiles desempeñan una función muy importante en el mantenimiento del equilibrio ecológico de los ecosistemas, debido a que actúan como controles biológicos, ingiriendo una gama de organismos, sobre todo insectos considerados plagas (MMA, 2012).

## Cuadro 5.3.1.2.1.a

## Lista de especies de herpetofauna con registro en la región del AI del proyecto (datos secundarios)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Referencias	Status de conservación		Estatus <sup>3</sup>
					MMA <sup>1</sup>	UICN <sup>2</sup>	
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	maco pempem	1, 2	-	LC	I
Anura	Bufonidae	<i>Peltophryne guentheri</i>	sapo sureño crestado	3	VU	VU	E
Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus abbotti</i>	calcali	1, 3	-	LC	E
Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus inoptatus</i>	rana gigante de la Hispaniola	1, 3	-	LC	E
Anura	Hylidae	<i>Hypsiboas heilprini</i>	rana arborícola verde de La Hispaniola	3	VU	VU	E
Anura	Hylidae	<i>Osteopilus dominicensis</i>	rana arborícola reidora de la Hispaniola	1, 2	EP	LC	E
Anura	Hylidae	<i>Osteopilus pulchrilineatus</i>	rana arborícola amarilla de La Hispaniola	3	EP	VU	E
Anura	Hylidae	<i>Osteopilus vastus</i>	rana arborícola gigante de La Hispaniola	3	-	VU	E
Anura	Ranidae	<i>Lithobates catesbianus</i>	rana toro	1, 2	-	-	I
Squamata	Boidae	<i>Chilabothrus striatus</i>	boa de la Hispaniola	1, 2	-	LC	N
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis chlorocyanus</i>	anolis verde del norte	1	-	-	E
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis cybotes</i>	anolis robusto de La Hispaniola	1, 2	-	-	E
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis distichus</i>	anolis gracil de la Hispaniola	1, 2	-	-	N
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis semilineatus</i>	anolis de la hierba de la Hispaniola	1	-	LC	E
Squamata	Dipsadidae	<i>Hypsirhynchus ferox</i>	corredora hocico de cerdo comum	2	-	LC	E
Squamata	Dipsadidae	<i>Hypsirhynchus parvifrons</i>	corredora menor de la Hispaniola	1, 2	-	LC	E
Squamata	Dipsadidae	<i>Uromacer catesbyi</i>	culebra arborícola verde de cabeza roma	1, 2	-	LC	E
Squamata	Dipsadidae	<i>Uromacer frenatus</i>	culebra de las viñas de hocico pronunciado	2	VU	NT	E
Squamata	Dipsadidae	<i>Uromacer oxyrhynchus</i>	culebra de las viñas verde de hocico pronunciado	2	-	LC	E
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus angulatus</i>	gecko casero comun	2	-	-	I
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde	2	-	LC	I
Squamata	Leiocephalidae	<i>Leiocephalus personatus</i>	leiocefalo con máscara de la Hispaniola	1, 2	-	LC	E
Squamata	Leiocephalidae	<i>Leiocephalus schreibersii</i>	leiocefalo khaki de La Hispaniola	2	-	LC	E
Squamata	Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus difficilis</i>	esferodactilo con ocelos de la Hispaniola	1, 2	-	LC	E
Squamata	Teiidae	<i>Pholidoscelis chrysolaemus</i>	ameiva gigante de la Hispaniola	1, 2	-	LC	E
Squamata	Teiidae	<i>Pholidoscelis lineolaua</i>	ameiva pigmaea de cola azul	2	-	LC	E



## Cuadro 5.3.1.2.1.a

## Lista de especies de herpetofauna con registro en la región del AI del proyecto (datos secundarios)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Referencias	Status de conservación		Estatus <sup>3</sup>
					MMA <sup>1</sup>	UICN <sup>2</sup>	
Squamata	Teiidae	<i>Pholidoscelis taeniurus</i>	ameiva de cola azul de La Hispaniola	2	-	LC	E
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys stejnegeri</i>	jicotea nortea	1, 2	VU	NT	E

Referencias: 1 = MMA (2014); 2 = MMA (2015); 3 = MMA (2015) en toda la provincia de Monte Cristi

Status de conservación: 1 = MMA (2011); 2 = [www. https://www.UICNredlist.org/](https://www.UICNredlist.org/); leyenda: CR = en peligro crítico; EP = en peligro; LC = preocupación menor; NT = casi amenazada; PC = en peligro crítico, VU = vulnerable

Estatus: 3= MMA (2011); leyenda: E = endémica; I = introducida; N = nativa

De las 28 especies de herpetofauna terrestres registradas, cuatro son introducidas, siendo dos especies de anuros (maco pempem - *Rhinella marina* y la rana toro - *Lithobates catesbianus*), que se encuentran en todos los alrededores de la Laguna Saladilla y son altamente invasivas, depredadoras y causan desplazamientos de las especies endémicas (MMA, 2014). De las 25 especies nativas, la gran mayoría (22 spp.) son endémicas de la Isla de la Hispaniola, casi todas presentan una distribución amplia en todo o gran parte de su territorio.

Las especies observadas con más frecuencia en el Parque Nacional Manglares de Estero Balsa fueron: el leiocefalo con máscara de La Hispaniola (*Leiocephalus personatus*), la ameiva gigante de La Hispaniola (*Pholidoscelis chrysolaemus*) y el anolis grácil de La Hispaniola (*Anolis distichus*) (MMA, 2015).

Se resalta que un total de siete especies están encuadradas en categorías de amenaza de extinción de acuerdo con las listas rojas del MMA (2011) y/o de la UICN (**Cuadro 5.3.1.2.1.a**). Son seis especies en la lista del MMA y cuatro en de la UICN, siendo tres especies que figuran en las dos listas. Considerándose el status de conservación más restrictivo, dos especies están “en peligro” (EP), la rana arborícola reidora de la Hispaniola (*Osteopilus dominicensis*) y la rana arborícola amarilla de La Hispaniola (*Osteopilus pulchrilineatus*); y cinco especies figuran en la categoría “vulnerable” (VU), que son las siguientes: el sapo sureño crestado (*Peltophryne guentheri*), la rana arborícola verde de La Hispaniola (*Hypsiboas heilprini*), la rana arborícola gigante de La Hispaniola (*Osteopilus vastus*), la culebra de las viñas de hocico pronunciado (*Uromacer frenatus*) y la jicotea norteña (*Trachemys stejnegeri*). En general, esas especies de anfibios amenazadas son encontradas en ambientes forestales y/o humedales, incluso en áreas antropizadas (agricultura y pastos).

Las principales causas por las que especies figuran en la lista roja nacional son: destrucción, alteración y fragmentación de hábitats, deforestación, agricultura migratoria, tumba y quema de árboles para la construcción de hornos de carbón, pastoreo, extracción de productos del bosque, contaminación de los ecosistemas o fuentes de agua, expansión demográfica, implementación del turismo no planificado, el cambio climático, así como la existencia o introducción de animales exóticos no nativos que degradan las áreas, desplazan y/o compiten con las especies nativas y endémicas (MMA, 2012). Para los reptiles, aún se mencionan el comercio ilegal, uso como mascota y la eliminación (muerte) por determinados segmentos sociales de la población dominicana motivad por aspectos culturales.

Cabe mencionar otras especies de reptiles con posible ocurrencia en el AII, según la base de datos de la UICN: el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*), la anfisbena (*Amphisbaena manni*), las serpientes *Ialtris dorsalis* y *Ialtris parishii*, y los lagartos *Celestus stenurus*, *Leiocephalus personatus* y *Leiocephalus schreibersii*.

### Avifauna

Estudios realizados en zonas que se sobreponen al AII del proyecto (MMA, 2014, 2015 y 2016) informan el registro de un total de 59 especies de avifauna, pertenecientes a 34 familias y a 14 órdenes (**Cuadro 5.3.1.2.1.b**). Las órdenes más representativas son Passeriformes (pájaros y aves canoras), con 11 familias, y Charadriiformes (gaviotas, playeros y afines), con seis familias. Passeriformes es comúnmente la más representativa en estudios de levantamiento de aves, teniendo en vista se tratar de la orden más diversificada en todo el mundo, representando más



de la mitad de todas las especies de aves (SICK, 1997). En nivel de familia, Ardeidae (garzas y afines) tiene la mayor riqueza (10 spp.), seguida por Columbidae (palomas, tórtolas y afines) (4 spp.).

La mayoría de las especies registradas (36 spp.) son consideradas residentes permanentes. Once son migrantes y/o migrantes/residentes permanentes, como el guincho (*Pandion haliaetus*) y el playero cabezón (*Charadrius wilsonia*). Dos especies son introducidas, el chichigüeo (*Ploceus cucullatus*) y la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), naturales del continente africano. Se destacan seis especies endémicas de las Isla de la Hispaniola: el barrancoli (*Todus subulatus*), el pájaro bobo (*Coccyzus longirostris*), el cuervo (*Corvus leucognaphalus*), la cigua palmera (*Dulus dominicus*), el cuatro ojos (*Phaenicophilus palmarum*) y el carpintero (*Melanerpes striatus*).

Seis especies son encuadradas en categorías de amenaza de extinción según las listas rojas del MMA (2011) y/o de la UICN. La única considerada en “peligro crítico” (PC) (MMA, 2011) es el cuervo (*Corvus leucognaphalus*), que también es endémica y clasificada como “vulnerable” (VU) por la UICN. Figuran en la categoría “vulnerable” (VU) del MMA cinco especies: la paloma coronita (*Patagioenas leucocephala*), la ciguita de manglar (*Setophaga petechia*), el flamenco (*Phoenicopterus ruber*), la garza rojiza (*Egretta rufescens*) y la cuchareta (*Platalea ajaja*). Las dos primeras son consideradas “casi amenazadas” (NT) por la UICN y las demás como “preocupación menor” (LC).

En relación a esas especies amenazadas, el cuervo (*Corvus leucognaphalus*) y la paloma coronita (*Patagioenas leucocephala*) tienen hábito forestal. La ciguita de manglar (*Setophaga petechia*) es encontrada en manglares, forestas y matorrales. El flamenco (*Phoenicopterus ruber*) y la garza rojiza (*Egretta rufescens*) son especies marinas y/o de ambientes costeros. La cuchareta (*Platalea ajaja*) es encontrada en áreas de humedales. Todas las especies incluidas en la lista roja de la República Dominicana están protegidas por leyes nacionales y por convenios internacionales (MMA, 2012).

En que pese los estudios consultados no tuvieron esfuerzos de muestreo exhaustivos, la lista de especies de avifauna compilada para el AII es significativa, con la presencia de especies endémicas y con status de amenazadas de extinción.

Cabe mencionar otras especies de reptiles con posible ocurrencia en el AII, según la base de datos de la UICN: *Antrostomus carolinensis*, *Calidris canutus*, *Calidris pusilla*, *Chaetura pelagica*, *Charadrius nivosus*, *Cypseloides niger*, *Dendrocygna arborea*, *Laterallus jamaicensis*, *Microligea palustres*, *Pterodroma hasitata*, *Psittacara chloropterus*, *Setophaga striata*, *Siphonorhis brewsteri* y *Vireo nanus*.

Las aves juegan un papel muy importante, ya que intervienen en la propagación de semillas en diferentes ambientes, contribuyendo de esa manera a la reforestación de los bosques, como también a la polinización de algunas especies de flora, beneficiando esto a la reproducción de las mismas (MMA, 2012). Algunas especies de aves se utilizan para conocer el estado de salud que guardan algunos ecosistemas, considerándoles indicadores de la calidad del ambiente. Actúan como control biológico cuando ingieren insectos plagas y roedores, como es el caso de los pájaros bobos, las lechuzas y las guaragüaos (MMA, 2012).

Cabe mencionar que existen dos IBAs (*Important Bird Areas*) en la región del proyecto, la IBA Lagon-aux-Boeufs (HT0001) y la IBA Siete Hermanos Keys (DO0001), pero que no se son interceptadas por el AI. Esas áreas son descritas en la **Sección 5.3.1.3.2.**

**Cuadro 5.3.1.2.1.b**

**Lista de especies de avifauna con registro en la región del AII del proyecto (datos secundarios)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Referencias	Status de conservación		Estatus <sup>3</sup>
					MMA <sup>1</sup>	UICN <sup>2</sup>	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	guaraguo	2	-	LC	RP
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	guincho	1, 2, 3	-	LC	M
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	pato de la florida	2	-	LC	M
Apodiformes	Trochilidae	<i>Mellisuga minima</i>	zumbadorcito	1, 2	-	LC	RP
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax dominicus</i>	zumbador grande	2	-	LC	RP
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles gundlachii</i>	guerebebé	2	-	LC	RP
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	playero semipalmatus	2	-	LC	M
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	playero cabezón	2	-	LC	M,RP
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	ti-ito	2, 3	-	LC	RP
Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	gallito de agua	1	-	LC	RP
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus atricilla</i>	gaviota cabecinegra	1, 2	-	LC	RP
Charadriiformes	Sternidae	<i>Sternula antillarum</i>	gaviotica	2	-	LC	RP
Charadriiformes	Sternidae	<i>Thalasseus maximus</i>	gaviota real	2	-	LC	RP
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	viuda	2	-	LC	RP
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	playerito manchado	2	-	LC	M
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	playero turco	2	-	LC	M
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	playero solitario	2	-	LC	M
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	rolita	2	-	LC	RP
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	tortola aliblanca	2	-	LC	RP
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	tortola	1, 2	-	LC	RP
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	paloma coronita	1	VU	NT	RP
Coraciiformes	Todidae	<i>Todus subulatus</i>	barrancoli	1, 2	-	LC	E
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus longirostris</i>	pájaro bobo	1, 2	-	LC	E
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	pájaro menor	2	-	LC	RP
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	judío	1, 2	-	LC	M,RP
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	carrao	3	-	LC	-
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i>	gallareta pico rojo	1, 2, 3	-	LC	RP
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus longirostris</i>	pollo de manglar	3	-	LC	-



**Cuadro 5.3.1.2.1.b**

**Lista de especies de avifauna con registro en la región del AII del proyecto (datos secundarios)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Referencias	Status de conservación		Estatus <sup>3</sup>
					MMA <sup>1</sup>	UICN <sup>2</sup>	
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica caribaea</i>	gallareta pico blanco	3	-	LC	-
Passeriformes	Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	cigüita común	1, 2	-	LC	RP
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus leucognaphalus</i>	cuervo	1	EP	VU	E
Passeriformes	Dulidae	<i>Dulus dominicus</i>	cigua palmera	1, 2, 3	-	LC	E
Passeriformes	Fringillidae	<i>Pyrrhulagra violacea</i>	gallito prieto	2	-	LC	RP
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus niger</i>	chinchilin	1	-	LC	RP
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	ruiseñor	2	-	LC	RP
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	ciguita de manglar	2	VU	LC	M,RP
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	biirita	1	-	LC	M
Passeriformes	Ploceidae	<i>Ploceus cucullatus</i>	chichigüao	2	-	LC	I
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phaenicophilus palmarum</i>	cuatro ojos	1, 2	-	LC	E
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	petigre	1, 2, 3	-	LC	RP
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus stolidus</i>	manuelito	2	-	LC	RP
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo altiloquus</i>	julián chivi	1, 2	-	LC	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	garza real	1, 2, 3	-	LC	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	garzón cenizo	2	-	LC	M
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	garza ganadera	2, 3	-	LC	I
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	cra-cra	1, 2	-	LC	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	garza azul	2, 3	-	LC	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	garza rojiza	2, 3	VU	NT	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	garza de rizos	2	-	LC	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	garza tricolor	2, 3	-	LC	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	rey congo, yaboa	1, 2	-	LC	RP
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	rey congo	2	-	LC	RP
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	pelicano	1, 2	-	LC	RP
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	coco blanco	3	-	LC	-
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	cuchareta	2	VU	LC	RP
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	coco prieto	2, 3	-	LC	RP

## Cuadro 5.3.1.2.1.b

## Lista de especies de avifauna con registro en la región del AI del proyecto (datos secundarios)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Referencias	Status de conservación		Estatus <sup>3</sup>
					MMA <sup>1</sup>	UICN <sup>2</sup>	
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>	flamenco	2, 3	VU	LC	RP
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes striatus</i>	carpintero	1, 2	-	LC	E
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	zamaragullón	1, 3	-	LC	RP

Referencias: 1 = MMA (2014); 2 = MMA (2015); 3 = MMA (2016)

Status de conservación: 1 = MMA (2011); 2 = [www. https://www.UICNredlist.org/](https://www.UICNredlist.org/); leyenda: EP = en peligro; LC = preocupación menor; NT = casi amenazada; PC = en peligro crítico; VU = vulnerable

Estatus: 3= MMA (2011); leyenda: E = endémica; I = introducida; M = migrante; M,RP = migrante con poblaciones permanentes; RP = residente permanente

### Mastofauna

La información disponible acerca de la mastofauna en la República Dominicana es muy restricta. Esta deficiencia está en parte asociada con la misma falta de riqueza faunística, que inclina a muchos a dedicarse al estudio de otros grupos biológicos (RODRÍGUEZ-DURÁN & SANTIAGO-VALENTÍN, 2014).

Los estudios consultados para la herpetofauna y avifauna no contemplan el grupo de los mamíferos terrestres. Sin embargo, datos de la base de datos de UICN<sup>12</sup> permiten inferir la posible ocurrencia de 12 especies de mastofauna en la región del AII del proyecto, con base las informaciones de distribución geográfica y tipos de hábitat general de las especies (**Cuadro 5.3.1.2.1.c**). Casi todas pertenecen a la orden Chiroptera (11 especies de murciélagos de seis familias), además del solenodonte (*Solenodon paradoxus*). Solo el murciélago *Natalus major* es considerado endémico de la Isla de Hispaniola.

Cabe resaltar que, para gran parte de esas especies de murciélagos, hay registros de ocurrencia muy próximo al AII o en el AII (NUÑEZ-NOVAS *et al.*, 2019). Además, Ottenwalder (1999) informa el registro del solenodonte (*Solenodon paradoxus*) en la provincia de Monte Cristi, cerca del norte del AII de las carreteras.

Cinco especies están encuadradas en categorías de amenaza según las listas rojas del MMA (2011) y/o de la UICN. Cuatro figuran en la categoría “en peligro” (EP) del MMA: el solenodonte (*Solenodon paradoxus*) y tres especies de murciélagos (*Lasiurus minor*, *Natalus major* y *Nyctinomops macrotis*). La primera es considerada “en peligro” (EN) y la segunda como “vulnerable” (VU) por la UICN. Además, el murciélago *Pteronotus parnellii* figura como “vulnerable” (VU) según la UICN. Para la mayoría de los mamíferos amenazados en la República Dominicana, tanto endémicos como nativos, su principal problema ha sido la destrucción de sus hábitats y la depredación por animales introducidos, como hurones, gatos, entre otros (MMA, 2012).

En sentido general, los mamíferos juegan un rol muy importante en el mantenimiento del equilibrio ecológico de los ecosistemas. En el caso de los murciélagos, entre otras funciones, sirven como agentes de control biológico, tal es el caso de los insectívoros como *Macrotus waterhousii* y *Pterigotas parnellii*, polinizadores como *Phyllonycteris poeyi*, y dispersores de semillas como *Artibeus jamaicensis*, que contribuyen a ampliar la distribución, así como la permanencia de la vegetación en los ecosistemas naturales (MMA, 2012).

<sup>12</sup> <https://www.iucnredlist.org/>



### Cuadro 5.3.1.2.1.c

Lista de especies de mastofauna con posible ocurrencia en la región del AI del proyecto (datos secundarios)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Status de conservación		Estatus <sup>3</sup>
				MMA <sup>1</sup>	UICN <sup>2</sup>	
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	-	-	LC	-
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops macrotis</i>	-	EP	LC	N
Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	-	-	LC	-
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	-	VU	LC	N
Chiroptera	Natalidae	<i>Natalus major</i>	-	EP	NT	E
Chiroptera	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	-	-	LC	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	-	-	LC	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	-	-	LC	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllops falcatus</i>	-	-	LC	-
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	-	-	LC	-
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus minor</i>	-	EP	VU	N
Eulipotyphla	Solenodontidae	<i>Solenodon paradoxus</i>	solenodonte	EP	EN	N

**Status de conservación:** 1 = MMA (2011); 2 = [www. https://www.UICNredlist.org/](https://www.UICNredlist.org/); leyenda: EP = en peligro; LC = preocupación menor; NT = casi amenazada; VU = vulnerable

**Estatus:** 3= MMA (2011); leyenda: E = endémica; N = nativa

### 5.3.1.2.2

#### Fauna Acuática

#### Introducción

La bahía está clasificada como una incisión en la costa más grande que una cala y más pequeña que un golfo. Un golfo es gran porción de mar que se interna en la tierra, mientras que la bahía es, generalmente, menor en tamaño con capacidad para dar resguardo a embarcaciones.

La zona costera noroccidental del país sobre el Océano Atlántico ocupa unos 48 km de longitud entre la Bahía de Manzanillo y Punta Rucia. El Atlántico tiene dos elementos que afectan esta línea costera, en dirección Este-Oeste: las corrientes marinas y los vientos alisios, que son constantes todo el año. Ambos factores son determinantes en la formación de puntas arenosas, comunes en la costa y numerosas lagunas litorales en las zonas de costas bajas, las cuales, por sus características biológicas, son altamente productivas de vida marina. La Bahía de Manzanillo está localizada en el extremo Oeste del Parque Nacional Monte Cristi, el que está ubicado en la provincia del mismo nombre, en el noroeste del país. Este parque abarca la costa marina, entre la desembocadura del río Dajabón hasta Punta Burén, al Oeste de la comunidad de Punta Rucia.

Desde el año 1983, el Parque Nacional Monte Cristi fue declarado área natural protegida, junto con otras áreas, por el Decreto 1315, que no definió los límites de esas áreas. Para el caso del Parque Nacional Monte Cristi, los límites se quedaron establecidos en 26 de febrero del 1986,

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	186

mediante el Decreto 156/86. El 22 de enero de 1993, se emitió el Decreto 16/93, ampliándolo significativamente, incluyendo toda la costa entre la frontera con Haití, ubicada en el río Dajabón y la desembocadura del río Bajabonico. Con la promulgación de la Ley 64/00, se ratificaron, en forma temporal, los límites del parque establecidos en el Decreto 16/93.

La Bahía de Manzanillo se ubica en una zona costera de baja energía caracterizada por una franja costera bordeada de pantanos de manglar, canales, arroyos y ríos. En la actualidad, la Bahía de Manzanillo constituye una zona importante para la actividad portuaria e industrial, manteniendo alguna actividad pesquera.

### **Biodiversidad del Entorno**

#### **Montecristi**

En 1994, se ejecutó un proyecto “Conservación y Manejo de la Biodiversidad en la Zona Costera de la República Dominicana” (DOM/94/G31). Este proyecto fue uno de los primeros proyectos de la fase piloto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (*Global Environment Facility* - GEF) y ejecutado por la Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN) del Secretariado Técnico de la Presidencia, con financiamiento del GEF-PNUD en condición de donación. El Parque Nacional de Montecristi fue uno de los subcontratos y proyecto pilotos.

Una de las principales actividades de dicho proyecto fue conducir inventarios de biodiversidad en la zona costera, incluyendo la colección de especímenes con datos geográficos y ecológicos asociados. Se realizó la caracterización ecológica de los ambientes costero-marinos en la región de Punta Fragata en el Morro (Provincia de Montecristi). Se elaboraron mapas de hábitats y comunidades que se complementaron con otros de uso e impactos. Las colecciones se encuentran catalogadas y clasificadas en el museo de CIBIMA.

El trabajo de inventario y mapeo incluyó a los humedales, manglares, pastos marinos, arrecifes y fondos costeros de sustratos particulados. Se estudiaron las categorías del macrofitobentos, macrozoobentos de infauna y epifauna, el necton y la flora y fauna terrestre. Los resultados de este proyecto fueron:

- Se ejecutaron colectas hasta los 15 m, capturándose 1,803 representantes de especies vegetales marinas y costeras, y 1,765 representantes de especies animales;
- Se obtuvo una lista de 751 especies de los siguientes grupos: algas (130), fanerógamas (3), esponjas (42), corales (45), octocorales (31), moluscos (115), crustáceos (38) equinodermos (10), peces (130), vegetación costera (129), aves (61), anfibios (1), reptiles (10) y mamíferos (6);
- Datos oceanográficos, geológicos y pesqueros;
- Organización de un museo para la catalogación y mantenimiento de los especímenes colectados;
- 3,568 muestras depositadas en el Museo de Referencia de la Biodiversidad Costero Marina de la República Dominicana en CIBIMA;

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	187



- Mapas básicos del área de estudio;
- 16 documentos técnicos de resultados.

En el 1999, se ejecutó el “Plan de Uso Público del Parque Nacional Monte Cristi”, con financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional y la Junta de Andalucía, en conjunto con la Dirección Nacional de Parques, en aquel entonces era la unidad que se encargaba de la protección, regulación de las áreas protegidas en el país. Este fue el primer plan de manejo que se elaboró para dicho parque, pero que realmente no se implementó a pesar de que se realizaron algunas estructura para los visitantes y el uso público.

En el marco del proyecto “Gran Ecosistema Marino del Caribe” (CLME), en Pepillo Salcedo, fueron evaluadas las lagunas: Estero Balsa, lagunas I y II frente a la playa Los Coquitos, Saladilla, La Rinconada, lagunas I y II camino a Marigó, Marigó y De la Mar. Los resultados de dicha evaluación, referentes a los ambiente y la fauna acuáticos, se recogen en las **Tablas 5.3.1.2.2.a y 5.3.1.2.2.b.**

Puerto de Manzanillo y Carreteras de Acceso al Puerto		
Estudo de Impacto Ambiental y Social - EIAS	Rev. 00 – Marzo/2020	188



**Tabla 5.3.1.2.2.a**  
**Lagunas costeras en las localidades de Montecristi y sus características**

Lagunas	Ubicación (UTM)	Comunidad cercana	Extensión en m <sup>2</sup>	Uso	Distancia a la costa m	Impactos	Tipo
Estero Balsa	213191E 2180765N	Barrio Villa Ray del municipio de Mazanillo	385	Sin uso conocido	0 (74 m franja de manglares)	Construcción de carretera sobre la franja que divide la laguna del Caño Estero Balsa	p
Frente a la playa Los Cocos I	212118E 2181035N	En la playa de Los Coquitos en el municipio de Manzanillo	36.4	Para la pesca de carpas, lisas, entre otras	52	Quema y corte de vegetación, desperdicios sólidos en sus orillas. Vertido de aguas residuales por parte de los pobladores de la comunidad de Los Coquitos	p
Frente a la playa Los Cocos II	212082E 2181064N	En la playa de Los Coquitos en el municipio de Manzanillo	61.3	Para la pesca de carpas, lisas	48	Desperdicios sólidos en sus orillas. Vertido por parte de los pobladores de la comunidad de Los Coquitos de aguas residuales	P
Saladilla	215301E 2181064N	Carbonera, Carretera Cruce a Pepillo Salcedo-Dajabón	1,883.90	Para la pesca de carpas, guabinas, róbalo, truchas, sábalo, pez bozo. Para ecoturismo, para riego agrícola, agricultura y ganadería, entre otros.	5,995	Contaminación de sus aguas por los insecticidas usados por los agricultores próximo a la laguna, pesca indiscriminada, asentamiento agrario en área perteneciente a la laguna, todos los terrenos alrededor de la laguna son de propietarios privados	P
La Rinconada	215593E 2184929N	Judea Nueva, Carretera Montecristi Manzanillo	3,141	Sin usos conocidos	1,513	Sin impacto	P

**Tabla 5.3.1.2.2.a**  
**Lagunas costeras en las localidades de Montecristi y sus características**

Lagunas	Ubicación (UTM)	Comunidad cercana	Extensión en m <sup>2</sup>	Uso	Distancia a la costa m	Impactos	Tipo
<b>Camino a Marigó I</b>	216832E 2152776N	El Puente sobre el Yaque del Norte, Montecristi, Pepillo Salcedo	607	Sin usos conocidos		Totalmente seca	S
<b>Camino a Marigó II</b>	215365E 2192695N	El Puente sobre el Yaque del Norte Montecristi, Pepillo Salcedo	605	Sin usos conocidos	775	Totalmente seca	S
<b>Marigó</b>	213557E 2192754N	El puente sobre el Yaque del Norte Montecristi, Pepillo Salcedo	56.8	Sin usos conocidos	485	Uso del área y agua de la laguna para fabricación de salina	p
<b>De la Mar</b>	217820E 2194474N	El Puente sobre el Yaque del Norte Montecristi, Pepillo Salcedo	91	Para la pesca de carpas, truchas	725	Muchos desechos sólidos en todo el alrededor de la laguna	P

Tipología: S= Seca; T= temporera; P = Permanente

Fuente: Evaluación de las Lagunas Costeras en la Provincia de Montecristi

Tabla 5.3.1.2.2.b

## Peces reportados para las lagunas costeras en localidades de la provincia Montecristi

No.	Nombre científico	Nombre común	Estatus
1	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Introducida
2	<i>Cyprinus carpio</i>	Pez bozo	Introducida
3	<i>Agnostomus monticola</i>	Dajao	Nativa
4	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Guabina	Nativa
5	<i>Centropomus undecimalis</i>	Róbalos	Nativa
6	<i>Microterus salmoides</i>	Lobinas	Introducida
7	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalos	Nativa
8	<i>Lutjanus analis</i>	Pargos	Nativa
9	<i>Sphyræna picudilla</i>	Picúas	Nativa
10	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra	Nativa
11	<i>Mugil curema</i>	Lisas	Nativa

Fuente: Evaluación de las Lagunas Costeras en la Provincia de Montecristi

Aunque el tráfico de bote no es tan fuerte en el área de Montecristi como en otras zonas turísticas, y a pesar de que hay poblaciones de mamíferos marinos, particularmente el manatí, se desconocen de la existencia de datos por atropellamiento de dicha especie.

En 1997 Bobea realizó un estudio sobre la actividad pesquera en Manzanillo. Esta evaluación se lleva a cabo como parte de la segunda etapa del Proyecto de Biodiversidad y Manejo de la Zona Costera de la República Dominicana, ejecutado por el Centro de Investigaciones de Biología Marina de la UASD, en la zonal litoral de la provincia de Montecristi, desde el Morro hasta la Bahía de Manzanillo (Proyecto PNUD ONAPLAN/GEF/DOM/94/G31).

Durante el estudio, se registraron 33 especies de peces entre la Playa de Juan de Bolanos y la Bahía de Manzanillo, donde se localizan los puntos de actividad pesquera de la zona (Tabla 5.3.1.2.2.c).

Tabla 5.3.1.2.2.c

## Especies y número de individuos presentes en la captura para cada localidad

Especies	Playa Juan de Bolaños	Laguna Marigo	Estero Balsa (Manzanillo)	Playa Japonesa (Manzanillo)	TOTAL
<i>Centropomus undecimalis</i>	3	2	4	-	9
<i>Lutjanus griseus</i>	-	2	3	-	5
<i>Lutjanus synagris</i>	14	-	3	-	17
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	-	-	1	-	1
<i>Haemulon plumieri</i>	1	-	-	-	1
<i>Lutjanus campechanus</i>	2	-	1	4	7
<i>Lutjanus mahogani</i>	1	-	2	-	3
<i>Lutjanus joco</i>	1	-	-	-	1
<i>Lutjanus analis</i>	-	-	1	-	1
<i>Lutjanus apodus</i>	-	-	1	-	1
<i>Mugil sp</i>	3	3	5	-	11
<i>Gerres cinereus</i>	2	2	2	-	6
<i>Epinephelus striatus</i>	1	-	-	1	2
<i>Epinephelus guttatus</i>	1	-	-	-	1
<i>Cephalopholis cruentata</i>	2	-	-	-	2



Tabla 5.3.1.2.2.c

Especies y número de individuos presentes en la captura para cada localidad

Especies	Playa Juan de Bolaños	Laguna Marigo	Estero Balsa (Manzanillo)	Playa Japonesa (Manzanillo)	TOTAL
<i>Thunnus</i> sp.	1	-	-	-	1
<i>Trichiurus lepturus</i>	1	-	-	-	1
Gobiidae (no identificado)	-	-	1	-	1
<i>Caranx</i> sp.	6	-	2	-	8
<i>Ocyurus chrysurus</i>	3	-	-	1	4
<i>Megalops atlanticus</i>	-	-	1	-	1
<i>Bardiella</i> sp.	3	-	-	-	3
<i>Holocentrus rufus</i>	-	-	-	1	1
<i>Scarus</i> sp.	-	-	-	1	1
<i>Haemulon carbonarium</i>	1	-	-	-	1
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	1	-	-	-	1
<i>Scomberomorus</i> sp.	4	-	-	-	4
<i>Sphyrna barracuda</i>	2	-	2	-	4
<i>Albula vulpes</i>	2	1	3	-	6
<i>Selar crumenophthalmus</i>	-	-	2	-	2
<i>Trachinotus goodei</i>	1	-	-	-	1
<i>Opisthonema oglinum</i>	1	-	-	-	1
<i>Abudefduf xaxatilis</i>	1	-	1	-	2

Del conjunto de especies de peces capturadas cuatro de ellas fueron comunes en las capturas de tres de las localidades de estudio. Las especies más frecuentemente encontradas fueron: *Centropomus undecimalis* (Robalo), *Lutjanus campechanus* (Chillo), *Mugil* sp. (Lisa) e *Gerres cinereus* (Mojarra) se encontraron en las capturas reportadas en los desembarcos de Playa de Juan de Bolanos, Marigo y Estero Balsa.

En la Playa de Juan de Bolanos se identificaron 26 especies (58 individuos). La especie más abundante fue *Lutjanus synagris* (22.2%), seguida de la especie *Caranx latus* (9.5 %). En Marigo se identificaron 5 especies (10 individuos). La especie mas abundante fue *Mugil* sp (30 %). En la zona de desembarque de Estero Balsa la especie más abundante fue *Mugil* sp. (14.7 %), seguida de *Centropomus undecimalis* (11.8 %). En total para esta localidad fueron identificadas 16 especies (35 individuos). La especie más común de la localidad de Playa Japonesa en Manzanillo fue *Lutjanus campechanus* (44.4 %). En esta localidad se identificaron 5 especies (8 individuos).

#### Haití: Parque Nacional Tres Bahías

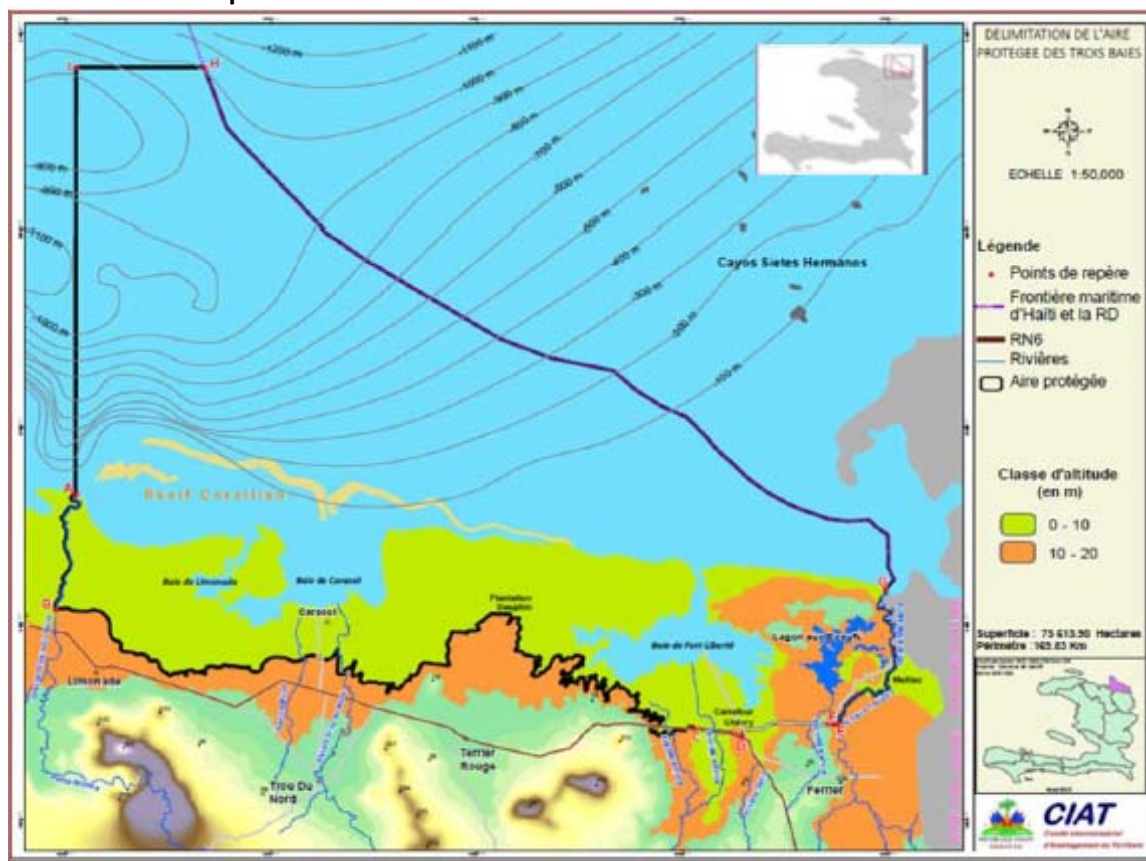
En 2013, el gobierno haitiano designó un Área Marina Protegida (AMP) en la costa noreste de Haití, llamada Parque Nacional de las Tres Bahías (3BNP). La costa noreste de Haití es parte de un ecosistema marino de importancia regional y una alta prioridad para la conservación de los recursos biológicos.

Es una zona con índices elevados de biodiversidad centrada en las bahías de Caracol, Limonade y Fort Liberté (Erro! Fonte de referência não encontrada.. Las tres grandes bahías junto con la

laguna salobre, Lagon aux Boeufs, forman el núcleo de la mayor área marina protegida de Haití. El límite del parque se extiende desde el borde occidental de Grande Rivière du Nord hacia el este por más de 40 km hasta la frontera con la República Dominicana.

El borde hacia el mar del parque se extiende desde el límite del mar territorial de 12 millas tierra adentro hasta la línea de contorno topográfico de 10 m. El parque abarca uno de los bosques de manglares más grandes de Haití (aproximadamente 4,274ha) y representa aproximadamente el 18% de los manglares restantes del país. También incluye la barrera de coral más grande de la costa norte de Haití, que se extiende por más de 20 km, principalmente a lo largo del borde de la bahía de Caracol. Además, a lo largo de la desembocadura de la Bahía de Fort Liberté, a la frontera haitiana/ dominicana, se produce una rica longitud de 20 km de arrecife de franjas.

**Figura 5.3.1.2.2.a**  
**Ubicación del Parque Nacional Tres Bahías**



Fuente: Baseline Ecological Inventory for Three Bays National Park, Haiti (KRAMER *et al.*, 2016)

El complejo total de arrecifes de coral (acumulaciones de arrecifes del Holoceno) de 3BNP se estima en 1.100 ha o aproximadamente el 10% del área de la plataforma poco profunda (< 30m). Las bahías protegidas, los manglares, los lechos de algas marinas y los arrecifes de 3BNP son áreas importantes de desove y cría de peces, moluscos y crustáceos. Muchas de estas especies sirven como fuentes importantes de proteínas para las comunidades locales. Estos hábitats también protegen la costa norte de la erosión, la acción de las olas y las marejadas

ciclónicas. El parque proporciona un hábitat importante para las especies raras y en peligro de extinción, incluidas las tortugas y los manatíes, y proporciona importantes aportes para los ecosistemas marinos en alta mar porque la productividad orgánica es alta.

**Tabla 5.3.1.2.2.c**

**Área de tierra (ha) de diferentes hábitats encuestados dentro del Parque Nacional Tres Bahías**

Categoría	Hectáreas
Terrestres	16,677
Manglares	4,274
Agua dulce	412
Marino a menos de 30 m	10,657
Marino a más de 30 m	43,386
<b>TOTAL</b>	<b>75,406</b>

Fuente: Baseline Ecological Inventory for Three Bays National Park, Haiti (KRAMER *et al.*, 2016).

Las amenazas que afrente esta área protegida son:

- Sobrepesca;
- Producción de combustible/ carbón;
- Cosecha de corales;
- Desarrollo de salinas;
- Parque industrial;
- Contaminación marina;
- Sedimentación;
- Desarrollo costero;
- Cambio climático;
- Especies invasivas.

Según Kramer *et al.* (2016), los arrecifes de coral presentaron la mayor diversidad de especies de peces. De todos los hábitats de arrecifes de coral estudiados, los arrecifes de *Orbicella* exhibieron la mayor diversidad de peces. Estos arrecifes estaban ubicados en el exterior de la Bahía de Fort Liberté, al este de la apertura de la bahía. Un sitio de arrecife de coral de especial preocupación estaba en el sitio FL-12 (arrecife de *Orbicella*). La complejidad estructural en la cresta del arrecife fue alta, que cayó bruscamente a un arrecife de *Orbicella* bien desarrollado. La alta complejidad estructural y la alta cobertura general de coral permitieron la gran diversidad de peces en este sitio. En general, los hábitats marinos dentro y fuera de la bahía de Fort Liberté exhibieron la mayor riqueza de especies de peces de arrecife de coral. Se observó una nueva especie de aldea, que solo se observó en la bahía de Fort Liberté. De acuerdo con los invertebrados bentónicos, los hábitats de Fort Liberté deben designarse como áreas de importancia.

Schill *et al.* (2015) informan que existe una fuerte conectividad demográfica entre los arrecifes de coral a lo largo de la costa norte de Haití y Cuba, Bahamas, República Dominicana y Puerto Rico. El intercambio de larvas entre estos países influirá en la demografía y la dinámica de las poblaciones marinas. Dada la frecuencia de tamaño de los peces de arrecife en 3BNP, existe una alta conectividad larval con los arrecifes de coral aguas abajo. Las larvas de peces de otras



fuentes, que no están dentro de 3BNP, están reclutando a los hábitats marinos de 3BNP. Por lo tanto, es esencial gestionar adecuadamente los recursos pesqueros para evitar un colapso pesquero. Se necesitan medidas de protección estrictas para los peces loro y los depredadores del ápice. Los arrecifes de corales exteriores en Caracol y Limonade exhibieron una gran abundancia de macroalgas carnosas, lo que indica un estado de arrecife poco saludable. El aumento de la abundancia de herbívoros y la biomasa mediante la protección del pez loro debería ser una prioridad de gestión.

### 5.3.1.3

#### Áreas de Interés para la Biodiversidad

#### 5.3.1.3.1

##### Áreas Protegidas (AP)

Las All terrestre y acuática del Medio Biótico se superponen a tres áreas protegidas, dos en la República Dominicana y una en el Haití, como se muestra en el **Cuadro 5.3.1.3.1.a**.

#### Cuadro 5.3.1.3.1.a

##### Áreas protegidas interceptadas por las áreas de influencia del Medio Biótico del proyecto

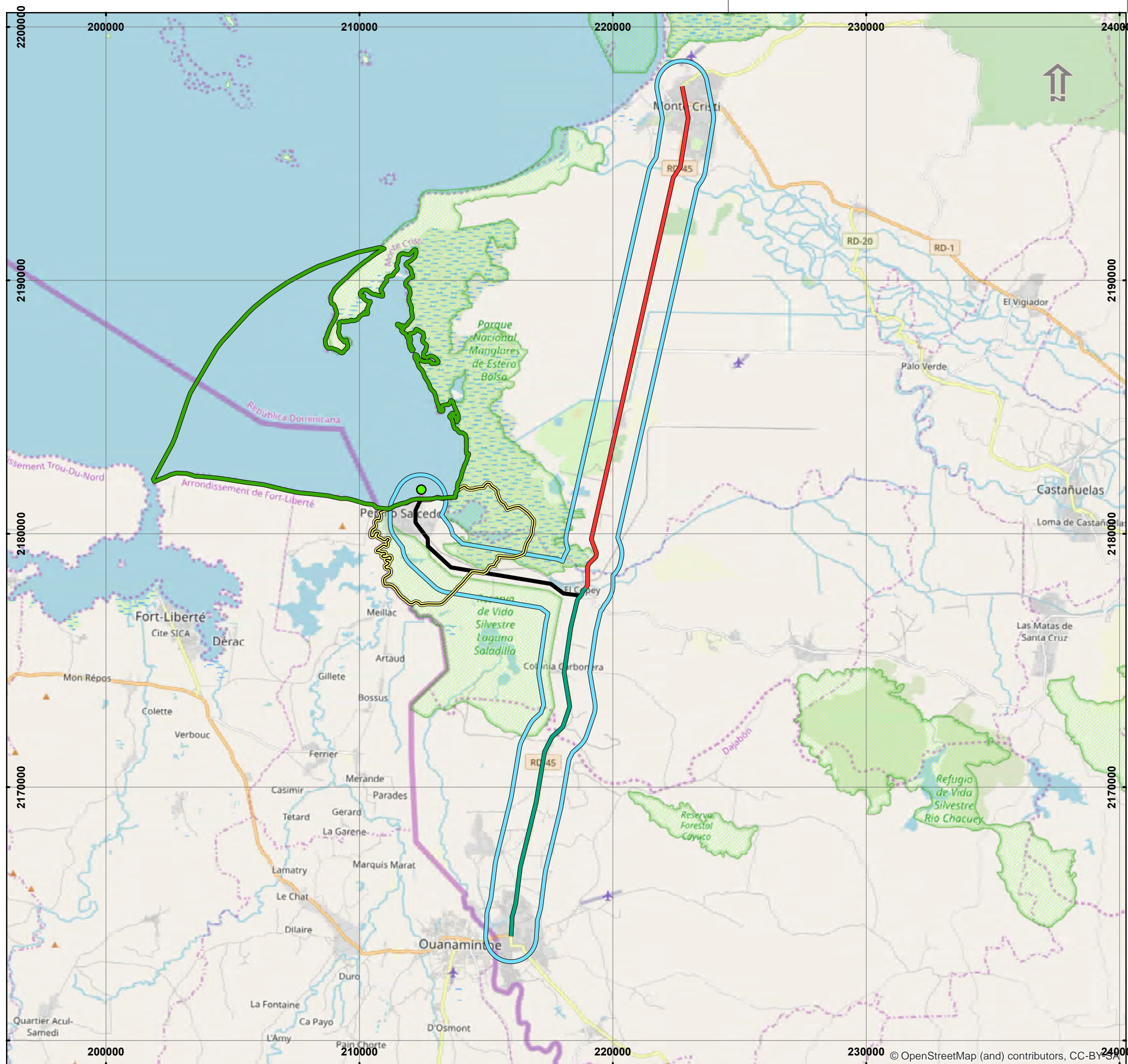
Áreas protegidas	Ubicación	Superficie total	Áreas de influencia interceptadas	Distancia del proyecto
Parque Nacional Manglares de Estero Balsa	República Dominicana	5,685.86 ha <sup>1</sup>	All y AID terrestres	Ca. 130 m
Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla	República Dominicana	3,113.01 ha <sup>2</sup>	All y AID terrestres	Ca. 96 m
Parque Nacional (Parc National) Les Trois Baies	Haití	75,406 ha <sup>3</sup>	All y AID acuáticas	Ca. 1 km

(1) MMA (2014); (2) MMA (2015); (3) Kramer *et al.* (2016).

El All terrestre abarca parcialmente dos áreas protegidas en la República Dominicana: el Parque Nacional Manglares de Estero Balsa y el Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla (**Mapa 5.3.1.3.1.a** y **Cuadro 5.3.1.3.1.a**). Ambas las áreas fueran creadas por la Ley N° 202-2004, mediante la desagregación del Parque Nacional Monte Cristi en un total de seis unidades de conservación, siendo dos de ellas las áreas protegidas interceptadas. La superficie del parque abarcada por el All es de aproximadamente 775 hectáreas y del refugio es alrededor de 615 hectáreas.

De acuerdo con el plan de manejo del **Parque Nacional Manglares de Estero Balsa**, sus objetivos primarios son: 1) proteger los manglares, otros humedales y las playas desde la desembocadura del río Yaque del Norte hasta la bahía de Manzanillo, así como la biodiversidad natural, los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos asociados; y 2) promover y ofrecer oportunidades para la educación ambiental y la recreación (MMA, 2015).

El Parque Nacional Manglares de Estero Balsa tiene una superficie total de 5,685.86 hectáreas, conformado por manglares (60.16%), cuerpo de agua y saladares (25.39%), bosque/ matorral seco (11.64%), salinas (0.55%) y zona urbana y solo desnudo (1.70%) (MMA, 2015). Los principales objetos de conservación de esta área protegida son: las playas, el manglar, el



### Leyenda

- Puerto de Manzanillo
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- Carretera 45 - Tramo - Dajabón - Copey
- Carretera Copey - Puerto Manzanillo
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Acuática para los Medios Físico, Biótico y Socioeconómico - Área del Porto
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico - Área del Porto
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico (1000 m)
- Áreas Protegidas

Escala 1:150.000  
1 cm = 1,5 km  
Projeção Universal Transversa de Mercator  
MC 69° / WGS 84

Ciente:



MINISTERIO DE  
OBRAS PÚBLICAS Y  
COMUNICACIONES

Mapa 5.3.1.3.1.a:

### Mapa de Áreas Protegidas

Proyecto:

**Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS  
Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y  
Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:150.000	Mapa 5.3.1.3.1:	Ø



cuerpo de agua, los anfibios, las aves y las especies de interés pesquero. Los manglares del parque son uno de los más desarrollados y bien conservados de toda la República Dominicana, constituyendo el centro de atención del área protegida, donde se hallan varias lagunas temporales y permanentes (MMA, 2015). Los manglares como ecosistemas cuentan con protección nacional. También constituyen un gran atractivo para la recreación y el ecoturismo de la región, siendo muy importantes para el mantenimiento de la pesquería local.

El parque está conformado por dos zonas, la Zona de Conservación Estricta (71.5%) y la Zona de Uso Sostenible (28,5%) (MMA, 2015). Se debe destacar que su plan de manejo admite, entre otras actividades, la pesca regulada en ambas las zonas, permitiendo también en la en la Zona de Uso Sostenible la ganadería y agricultura existente, bajo estrictas regulaciones.

Las principales amenazas, conflictos y presiones sociales en el parque son: la sobrepesca y pesca con artes de pesca reguladas o prohibidas, la incursión de pescadores haitianos y conflictos con pescadores dominicanos, la cacería y captura de especies, la ganadería extensiva (chivos y ovejos) en alrededores del parque, la contaminación de cursos de agua y residuos sólidos que llegan a los manglares, entre otros (MMA, 2015).

Cuanto al **Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla**, sus objetivos primarios son: 1) conservar condiciones naturales del humedal Laguna Saladilla y sus alrededores como hábitat relevante para aves migratorias, aves residentes, peces, anfibios, reptiles y otras especies asociadas; y 2) promover y ofrecer oportunidades para la educación ambiental y contacto con la naturaleza (MMA, 2014a).

La superficie total del Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla tiene 3,113.01 hectáreas, compuesta por: agricultura y pasto (44.44%), bosque y matorral seco (30.66%), humedal (24.42%) y zona urbana y suelo desnudo (0.47%) (MMA, 2014a). Los principales objetos de conservación de esta área protegida son: el cuerpo de agua y humedal, el bosque seco/semihúmedo, los anfibios, los reptiles y las aves. El cuerpo de agua y el humedal adyacente constituyen la esencia de creación de este espacio natural protegido. Poseen tanto un significado ecológico como socioeconómico para toda la región y en especial para el municipio de Pepillo Salcedo y sus comunidades.

El refugio está dividido en tres zonas: la Zona de Conservación Estricta (24.42%), la Zona de Conservación y Restauración Ecológica (30.66%) y la Zona de Uso Especial con Usos Regulados (44.91%) (MMA, 2014a). Se debe destacar que su plan de manejo permite, entre otras actividades, la pesca regulada en la Zona de Conservación Estricta, la crianza menor (ovejas y chivos) en la Zona Conservación y Restauración Ecológica, y la ganadería, agricultura y pesca en la Zona de Uso Especial con Usos Regulados.

Las principales amenazas, conflictos y presiones sociales en el refugio son: la sobrepesca y pesca indiscriminada de juveniles, la cacería y captura de especies, la drenaje y sedimentación de la laguna a causa de desvíos anteriores del curso natural del río Masacre, la agricultura y ganadería extensiva (bovina) en el interior y alrededores del refugio, la quema de la vegetación, entre otros (MMA, 2014a).

Debe resaltarse que el área de intervención del proyecto no atravesará dichas áreas protegidas, sin embargo, pasará muy cerca de sus límites, a aproximadamente 100 m de sus



perímetros, afectando sus zonas de amortiguamiento. Cabe señalar que la Ley N° 202-2004 y los planes de manejo de ambas áreas protegidas no establecen los límites de sus zonas de amortiguamiento, no obstante, conforme los mapas disponibles en la página electrónica del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales<sup>13</sup>, las zonas del parque y del refugio corresponden a una faja de 300 m de ancho alrededor de sus perímetros. Según la Ley N° 202-2004, las zonas de amortiguamiento *“son áreas terrestres o marinas, públicas o privadas, aledañas a las áreas protegidas, sujetas a normas y restricciones de uso específico que contribuyen a la conservación e integridad de las áreas protegidas”*. La Resolución N° 10-2018 determina que dichas zonas tengan un ancho mínimo de 300 m.

A su vez, el All acuático del Medio Biótico se sobrepone al **Parque Nacional Les Trois Baies**, que se localiza en territorio haitiano. Considerado un parque marino, esa área protegida también incluye una porción terrestre (aproximadamente el 28%). Con cerca de 756 km<sup>2</sup>, el parque abarca las bahías de Limonade, Caracol y Fort Liberté, además de la Laguna aux Boeufs (KRAMER *et al.*, 2016), y es considerado un área protegida de categoría VI de la UICN (área protegida con uso sostenible de los recursos naturales)<sup>14</sup>. El parque abarca uno de los bosques de manglares más grandes de Haití (aproximadamente 4,274 ha), que representa aproximadamente el 18% de los manglares restantes del país, y también incluye la barrera de coral más grande de la costa norte de Haití, que se extiende por más de 20 km (KRAMER *et al.*, 2016).

De acuerdo con el estudio realizado por Kramer *et al.* (2016), las bahías protegidas, los manglares, los lechos de algas marinas y los arrecifes del parque son áreas importantes de desove y cría de peces, moluscos y crustáceos. Muchas de estas especies sirven como fuentes importantes de proteínas para las comunidades locales. Estos hábitats también protegen la costa norte de la erosión, la acción de las olas y las marejadas ciclónicas. El parque proporciona un hábitat importante para las especies raras y en peligro de extinción, incluidas las tortugas y los manatíes, además de importantes aportes para los ecosistemas marinos en alta mar, porque la productividad orgánica es alta.

Las amenazas que afrente esta área protegidas son: la sobrepesca, la producción de combustible/ carbón, la cosecha de corales, el desarrollo de salinas, el parque industrial, la contaminación marina, la sedimentación, el desarrollo costero, el cambio climático y especies invasivas (KRAMER *et al.*, 2016).

Otra área protegida marina cercana al All acuática es el **Refugio de Vida Silvestre Cayos Siete Hermanos**, en territorio dominicano, ubicada al norte del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa. Ese refugio también es considerado un área importante para aves (*Important Bird Area* - IBA), conforme se presenta en la sección siguiente.

### 5.3.1.3.2

#### Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad

El All terrestre del Medio Biótico no se sobrepone a sitios AZE (*Alliance for Zero Extinction*), IBA (*Important Bird Area*), sitios Ramsar u otras áreas clave para la biodiversidad (*Key Biodiversity Areas* - KBA). Sin embargo, la IBA Lagon-aux-Boeufs (HT0001) está muy cercana del All

<sup>13</sup> <https://ambiente.gob.do/areas-protegidas/mapas/>

<sup>14</sup> <https://www.protectedplanet.net/les-trois-baies-national-park>

terrestre y la IBA Siete Hermanos Keys (DO0001) está próxima del All acuática (**Mapa 5.3.1.3.2.a** y **Cuadro 5.3.1.3.2.a**). La primera está a aproximadamente 70 m de distancia del All y la segunda a unos 4 km.

#### **Cuadro 5.3.1.3.2.a**

##### **Áreas no protegidas de interés para la biodiversidad cercanas al All del Medio Biótico del proyecto**

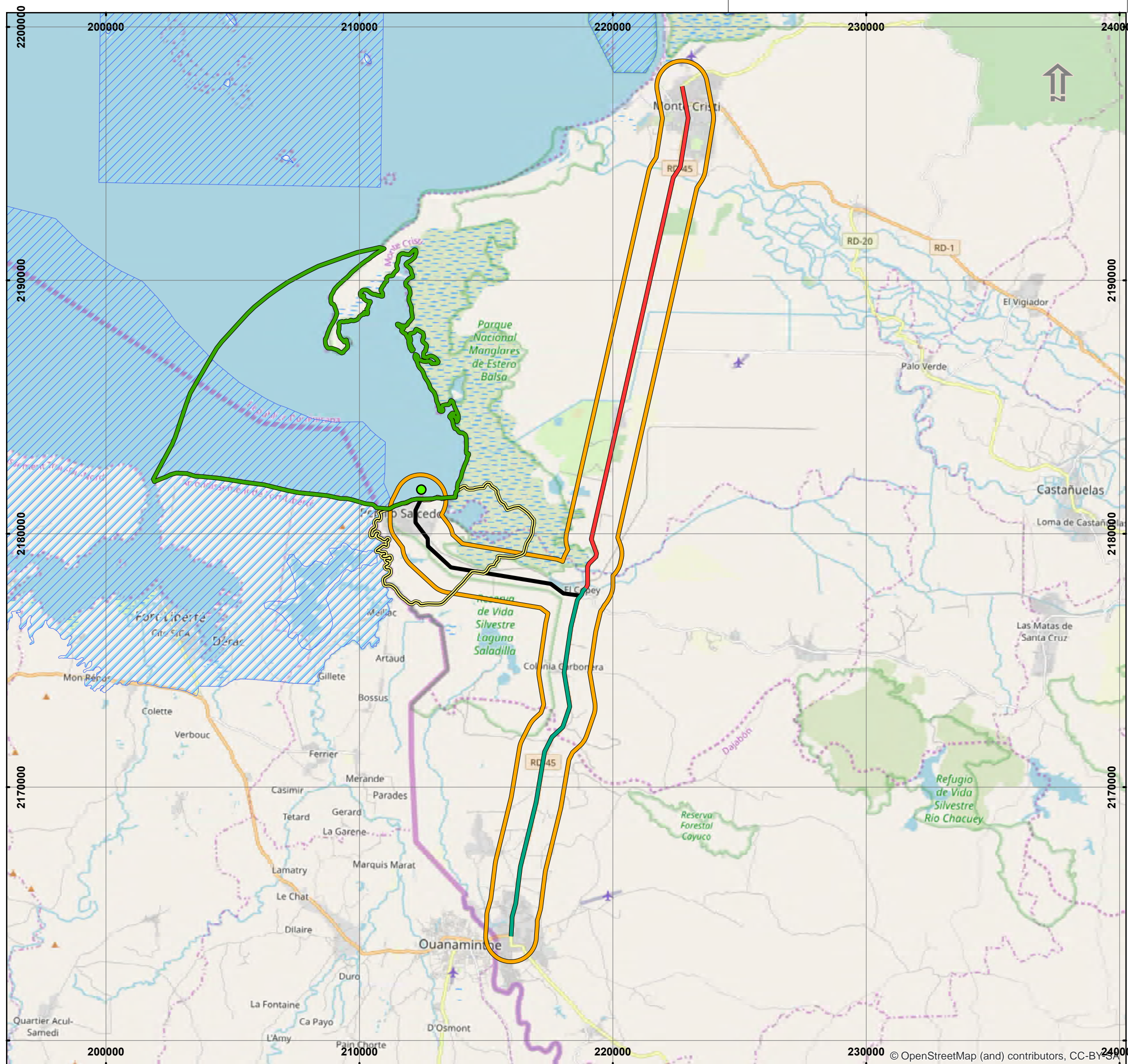
Áreas	Ubicación	Superficie total	Distancia del All
IBA Lagon-aux-Boeufs (HT0001)	Haití	701 ha <sup>1</sup>	Ca. 1.7 km (All terrestre)
IBA Siete Hermanos Keys (DO0001)	República Dominicana	3,084 ha <sup>2</sup>	Ca. 4 km (All acuática)

(1) BirdLife International (2020a); (2) BirdLife International (2020b).

La identificación de las IBAs es una iniciativa de la organización inglesa BirdLife International, la cual busca identificar sitios importantes para conservar las especies de avifauna amenazadas al nivel global, combinando la identificación de áreas críticas para la biodiversidad. Aunque estos sitios no son considerados como áreas protegidas, la idea es tenerlos en cuenta para realizar esfuerzos de conservación. El concepto de IBA engloba tres aspectos importantes: especies de aves, área geográfica y esfuerzos de conservación. El enfoque principal de las IBAs es la conservación de aves amenazadas, endémicas, restrictas y congregatorias.

Según BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020a), la **IBA Lagon-aux-Boeufs** tiene 701 hectáreas de superficie y está ubicada en el Haití. Abarca una laguna salgada de mismo nombre con 450 hectáreas. En conjunto con la bahía Fort-Liberté y el delta del río Masacre, forma una ecorregión de gran valor para aves acuáticas y marinas. Se le puede considerar una extensión natural del complejo Siete Hermanos – Laguna Saladilla y de la Laguna Salinas, ubicados en la República Dominicana. Esa IBA es explotada por pescadores, cazadores y usada para recreación y por ganaderos. La diversidad de aves de la laguna es muy superior que cualquier otra investigada en la costa noreste, aumentando durante el invierno, cuando especies migratorias llegan desde las latitudes nortes. Una especie de especial interés es el flamenco, que no era reportado en el área desde 1948. Especies importantes de la IBA Lagon-aux-Boeufs son: el zumbador grande (*Anthracothorax dominicus*), la yaguasa de pico negro (*Dendrocygna arborea*), el cuatro ojos coroninegro (*Phaenicophilus palmarum*) y barrancolí picogruoso (*Todus subulatus*).

De acuerdo con BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020b), la **IBA Siete Hermanos Keys**, que se sobrepone al área protegida Refugio de Vida Silvestre Cayos Siete Hermanos, comprende un grupo de elevaciones del Banco de Montecristi, situadas en el Océano Atlántico, al norte de la Provincia de Montecristi. Esa porción de la región litoral es también una importante área de pesca, ubicada al noroeste de la desembocadura del río Yaque del Norte. Los cayos distan de 5-15 km de la zona costera. Presentan, en general, una superficie llana sobre sustrato arenoso, excepto por ligeras depresiones en la parte central en algunos de ellos. Se reporta la presencia de alrededor de 15 especies de aves en el área del Cayos Siete Hermanos. Durante los meses de mayo a agosto, los cayos se convierten en centros de anidación y apareamiento de aves marinas, tales como *Sterna anaethetus*, *S. fuscata*, *Anous stolidus* y *Onychoprion anaethetus*. Essas aves representan el grueso de la avifauna de mayor interés, ya que contribuyen a la ecología y son un atractivo. Por su ubicación y sus características ecológicas, los Cayos Siete Hermanos son un refugio de fauna muy importante. Su posición geográfica favorece el



### Leyenda

- Puerto de Manzanillo
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- Carretera 45 - Tramo - Dajabón - Copey
- Carretera Copey - Puerto Manzanillo
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Acuática para los Medios Físico, Biótico y Socioeconómico - Área del Porto
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico - Área del Porto
- Área de Influencia Indirecta (AII) - Terrestre para los Medios Físico y Biótico (1000 m)
- ▨ IBAS / KBA - (Important Bird Areas)

Escala 1:150.000  
1 cm = 1,5 km  
0 2,5 5 7,5 km  
Projeção Universal Transversa de Mercator  
MC 69° / WGS 84

Cliente:



MINISTERIO DE  
OBRAS PÚBLICAS Y  
COMUNICACIONES

Mapa 5.3.1.3.2.a:

### Mapa de Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad

Proyecto:

**Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS  
Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y  
Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:150.000	Mapa 5.3.1.3.2:	Ø



Consultoria e  
Participações Ltda.

IBAS - <http://datazone.birdlife.org>



reclutamiento de juveniles y adultos de organismos acuáticos. En sus aguas, existe una variedad de vida marina, que incluye diferentes tipos de vegetación y fauna. Algunas especies amenazadas presentes son la tortuga marina *Eretmochelys imbricata* y el molusco de importancia comercial *Strombus gigas*.

#### 5.3.1.4

##### **Análisis y Determinación de Hábitats Críticos**

La Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias del BID (2019) define **hábitats naturales críticos** como: (i) áreas protegidas existentes u oficialmente propuestas por los gobiernos como tales, o sitios que mantienen condiciones que son vitales para la viabilidad de las áreas anteriormente mencionadas, y (ii) áreas no protegidas, pero a las cuales se les reconoce un elevado valor de conservación.

Entre las áreas protegidas figuran: las reservas que satisfacen los criterios de las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas I a VI de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN, Sitios de Patrimonio Mundial, áreas protegidas bajo la Convención RAMSAR sobre Humedales, áreas núcleo de las Reservas Mundiales de la Biosfera, áreas incluidas en la lista de parques y áreas protegidas de las Naciones Unidas.

Áreas no protegidas, pero a las que se les reconoce un alto valor de conservación, son aquellas que en opinión del Banco pudieran ser sitios: (a) altamente compatibles con la conservación de la biodiversidad, (b) cruciales para especies en peligro crítico, en peligro, vulnerables o casi amenazadas y que aparecen como tales en la Lista Roja de Especies en Amenazadas de la UICN, o bien (c) críticos para la viabilidad de rutas de especies migratorias.

Las AII y AID del proyecto se superponen a tres áreas protegidas: el Parque Nacional Manglares de Estero Balsa, que satisfaz el criterio II (Parque Nacional) de las Categorías de Gestión de Áreas Protegidas de la UICN; el Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla, que se encuadra en la categoría IV (Áreas de gestión de hábitats/especies) y el Parque Nacional Les Trois Baies, localizado en Haití, que satisfaz el criterio VI (Áreas protegidas con usos sostenible de los recursos naturales) (ver **Sección 5.3.1.3.1**).

Aunque el proyecto no intercepta las áreas protegidas mencionadas, habrá intervención directa en las zonas de amortiguamiento del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa y del Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla, en los tramos Puerto de Manzanillo – Copey y Monte Cristi Copey. No obstante, no se considera que las zonas de amortiguamiento son, como define el primero criterio del Banco para hábitats naturales críticos, sitios que mantienen condiciones que son *vitales* para la viabilidad de las áreas protegidas existentes, pues, aunque dichas zonas constituyen una faja de protección que contribuye a la conservación e integridad de las áreas protegidas, su delimitación no se basa en la evaluación de sus atributos ambientales, siendo su ancho de 300 m en todo su perímetro. Cuanto al Parque Nacional Les Trois Baies, el AII del proyecto abarca solo una parte marina de su territorio.

Además, se debe resaltar que dos áreas no protegidas, pero con elevado valor de conservación, se localizan muy cerca del AII del proyecto, aunque fuera de sus límites, las IBAs Lagon-aux-Boeufs (HT0001), en el Haití, y Siete Hermanos Keys (DO0001), en la República Dominicana (ver **Sección 5.3.1.3.2**). Según la Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de

Salvaguardias del BID (2019), en el caso de un proyecto no convertir o degradar de manera significativa un hábitat natural crítico, pero si hay posibilidad de afectarlo, es necesario desarrollar medidas de mitigación y seguimiento para atenuar tales impactos.

La región del proyecto se encuentra bastante antropizada por actividades agropecuarias, principalmente alrededor de la carretera Dajabón – Copey. En la zona del puerto, las unidades de vegetación predominantes son el bosque seco, el matorral seco y el bosque de mangles y, a lo largo de las carreteras, el bosque seco y el matorral seco. Existen algunos remanentes pequeños de bosque latifoliado semihúmedo, de composición florística más rica, adyacentes a la carretera El Copey – Dajabón. El bosque seco es la única unidad de vegetación prevista para desbroce para la implantación del proyecto, en la zona del puerto, además de eventuales desbroces puntuales a lo largo de las carreteras.

Gran parte del bosque de mangles de la región del proyecto está protegida en el Parque Nacional Manglares de Estero Balsa. Aunque el parque y el Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla también abarquen áreas de bosque/matorral seco, hay una gran superficie con este tipo de vegetación fuera de dichas áreas protegidas, principalmente a oeste de la carretera Monte Cristi – Copey, que conforma un gran remanente considerablemente continuo, pero atravesado por diversas vías no pavimentadas. Debido a la fuerte presencia de áreas antropizadas en la región el proyecto y también a las propias características de las carreteras, que no tienen porte suficiente para interrumpir significativamente flujos génicos, se puede afirmar que el proyecto no afectará corredores ecológicos importantes. Sin embargo, se puede considerar la presencia de un corredor de bosque seco entre el Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla y el Refugio de Vida Silvestre Río Chacuey, en la Cordillera Septentrional, que es atravesado por la carretera Dajabón – El Copey que, no obstante, no se le considera un obstáculo a este corredor.

Se debe señalar que en las áreas de influencia del proyecto existen registros de diversas especies de flora y de fauna (terrestre y acuática) amenazadas de extinción, endémicas y/o de distribución restringidas. Con relación a la flora, se registraron en el AID del proyecto tres especies consideradas endémicas de la República Dominicana (*Roystonea borinquena*, *Sabal domingensis* y *Leptocereus weingartianus*) por el MMA (2011), además de nueve especies amenazadas de extinción (MMA, 2011; UICN<sup>15</sup>) (**Sección 5.3.2.1**). Con base en la clasificación de la UICN, son dos especies “en peligro” (EN) (*Guaiacum officinale* y *Swietenia mahagoni*) en el AID. Sin embargo, según la base de datos del *Missouri Botanical Garden*, las tres especies consideradas endémicas por el MMA también son encontradas en otras localidades del Caribe. Las especies amenazadas también tienen ocurrencia en otros países, la mayoría más allá del Caribe. La única excepción es el cacto cayuco (*Leptocereus weingartianus*), que tiene distribución más restringida, encontrado solo en la República Dominicana y en el Haití. No obstante, esa especie tiene registros en otras regiones de la República Dominicana<sup>16</sup>. Un especie de flora de distribución restringida con ocurrencia conocida para la región del proyecto es *Harrisia gracilis* que, sin embargo, no ha sido registrada pelos planes de manejos de las áreas protegidas interceptadas. *Cedrela odorata*, una especie vulnerable y de amplia distribución según la UICN, también tiene ocurrencia conocida para la región del proyecto, pero tampoco ha sido registrada por los estudios mencionados.

<sup>15</sup> <https://www.iucnredlist.org/>

<sup>16</sup> <https://www.iucnredlist.org/species/152301/121530715>

Los planes de manejo del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa (MMA, 2015) y del Refugio de Vida Silvestre Laguna Saladilla (MMA, 2014a) mencionan la presencia de especies de fauna terrestre amenazadas según el MMA (2011), tales como: la jicotea norteña (*Trachemys stejnegeri*) (VU), la paloma coronita (*Patagioenas leucocephala*) (VU), el flamenco (*Phoenicopterus ruber*) (VU), la garza rojiza (*Egretta rufescens*) (VU), la cuchareta (*Platalea ajaja*) (VU), la cigüita de manglar (*Setophaga petechia*) (VU) y el cuervo (*Corvus leucognaphalus*) (EP).

Especies de fauna endémicas de la Isla Hispaniola observadas en las áreas protegidas mencionadas son: la rana reidora de la Hispaniola (*Osteopilus dominicensis*), el calcali (*Eleutherodactylus abbotti*), la rana gigante de la Hispaniola (*Eleutherodactylus inoptatus*), el anolis robusto de la Hispaniola (*Anolis cybotes*), el anolis de la hierba de la Hispaniola (*Anolis semilineatus*), el leiocefalo con máscara de la Hispaniola (*Leiocephalus personatus*), la ameiva gigante de la Hispaniola (*Ameiva chrysolaema*), la corredora menor de Hispaniola (*Hypsirhynchus parvifrons*), el trope de la Hispaniola (*Tropidophis haetianus*), la cigua palmera (*Dulus dominicus*), el pájaro bobo (*Coccyzus longirostris*), el carpintero (*Melanerpes striatus*), el cuatro ojos (*Phaenicophilus palmarum*), el barrancolí (*Todus subullatus*), entre otras (MMA, 2014a e 2015).

Se resalta también que diversas especies marinas de invertebrados y vertebrados amenazados (CR, EN o VU) tienen distribución conocida en la región del proyecto, como por ejemplo especies de corales (*Acropora cervicornis*, *A. palmata*, *Montastraea annularis*, *M. faveolata*, *Agaricia tenuifolia*), de caracol marino (*Conus cardinalis*), de cangrejo (*Epilobocera haytensis*), pescados (*Epinephelus striatus*, *Pristis pristis*, *P. pectinata*, *Anguilla rostrata*, *Sphyrna lewini*), de cetáceos (*Balaenoptera musculus*, *B. borealis*, *Pseudorca crassidens*), manatí (*Trichechus manatus*), entre otros.

Así, se concluye que el proyecto no está inserido, pero afectará indirectamente hábitats naturales críticos, que corresponden a áreas protegidas y a sitios IBA localizados en su entorno. Asimismo, habrá interferencia directa en las zonas de amortiguamiento de áreas protegidas. Además, se destaca que en la región del proyecto existen registros de diversas especies de flora y de fauna (terrestres y marina) amenazadas de extinción, endémicas y/o de distribución restricta. A fin de atender las Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias del BID (2019), se proponen medidas de mitigación y monitoreo para esas áreas en el PGAS de los Proyectos (**Capítulos 7 y 8**).



### 5.3.2

#### Área de Influencia Directa y Área Directamente Afectada – Componente 1 – Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo

##### 5.3.2.1

##### Vegetación y Flora

##### Área de Influencia Directa (AID)

##### Metodología

La caracterización de la vegetación y flora del Área de Influencia Directa (AID) y del Área Directamente Afectada (ADA) del Componente 1 del proyecto (rehabilitación del Puerto de Manzanillo) fue realizada en gabinete, con el relevamiento y análisis de la información disponible sobre la región, y también mediante un recorrido sobre los sitios del proyecto, en marzo de 2020, para el reconocimiento ambiental. Las informaciones levantadas en el recorrido apoyaron el mapeo de la cobertura vegetal y uso de la tierra del AID y ADA, elaborado a partir de imágenes satelitales en ambiente SIG. Así permitió la evaluación de sitios más importantes para la diversidad biológica.

Durante el recorrido en campo, se registraron las especies de flora más frecuentes y conspicuas. Con base en la lista florística elaborada, se indicaron las especies endémicas y amenazadas de extinción presentes en el AID con base en la Lista Roja de la República Dominicana (MMA, 2011) y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, además de los apéndices de la CITES. Asimismo, se realizó un levantamiento bibliográfico para indicar los principales usos de las especies registradas en el AID.

##### Resultados

##### Mapeo y cuantificación de la cobertura vegetal y uso de la tierra en el AID

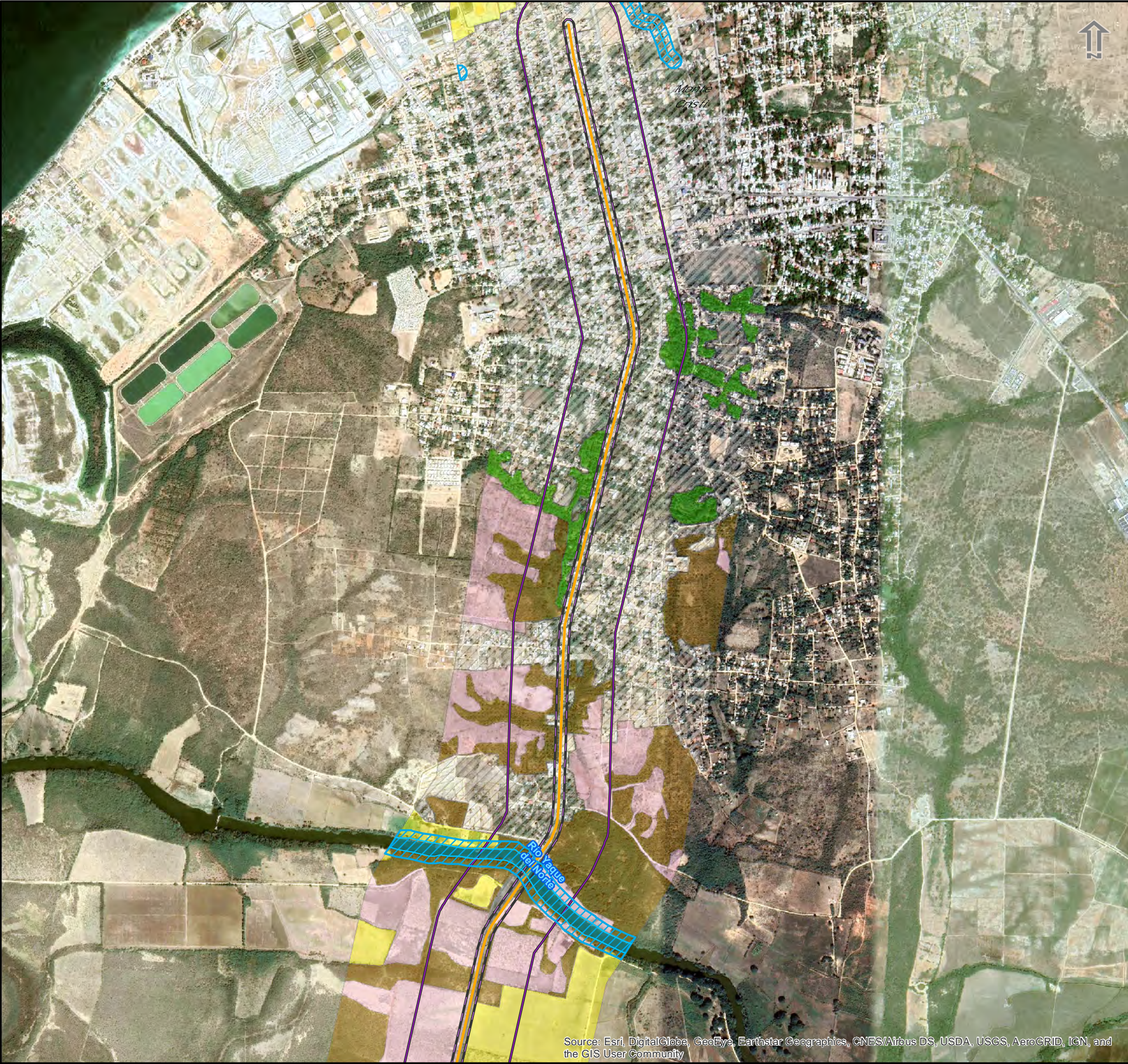
La cobertura vegetal y uso de la tierra del AID del proyecto puede verse en el **Mapa 5.3.2.1.a** y la cuantificación de las superficies de las unidades de mapeo (en hectáreas) del puerto en la **Tabla 5.3.2.1.a**.

**Tabla 5.3.2.1.a**

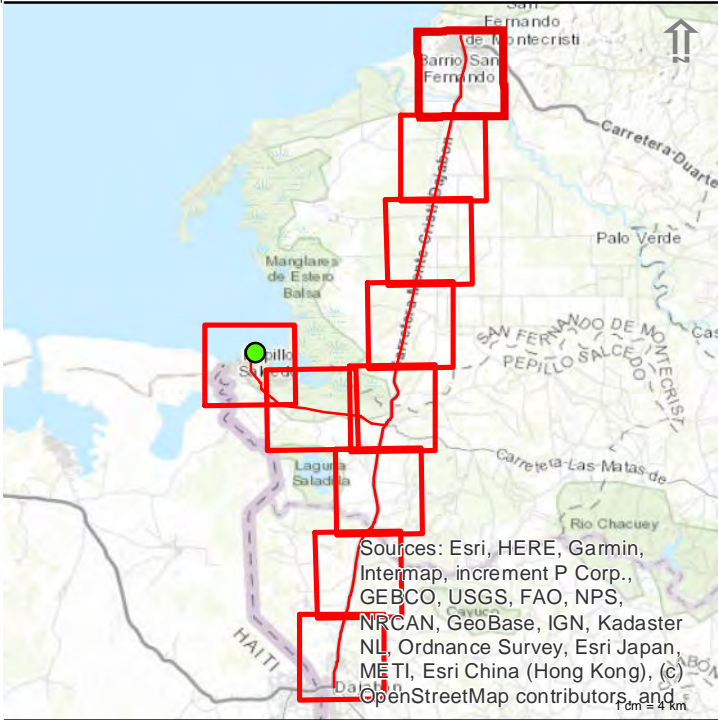
**Superficie de las unidades de vegetación y uso del suelo en el AID del Componente 1 del proyecto (Puerto de Manzanillo) con base en la clasificación del MMA (2012a)**

Unidades de mapeo	Fuera de APP (ha)	Dentro de APP (ha)	Total (ha)	Total (%)
<b>Vegetación nativa</b>	<b>18.65</b>	<b>1.51</b>	<b>20.16</b>	<b>10.7%</b>
Bosque seco	11.80	1.51	13.31	7.1%
Matorral seco	6.86	-	6.86	3.6%
<b>Área antropizadas</b>	<b>99.56</b>	<b>-</b>	<b>99.56</b>	<b>52.8%</b>
Área antropizada, sin uso definido	25.27	-	25.27	13.4%
Camino de acceso	2.31	-	2.31	1.2%
Zona urbana	71.98	-	71.98	38.2%





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



**Legenda**

- Hidrografía
- Zonas de protección
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- ADA - Carreteras
- AID - Carreteras

Vegetación y uso del suelo

- Agricultura
- Bosque Seco
- Camino de acceso
- Cuerpo de agua
- Matorral seco
- Matorral seco antropizado
- Zona urbana
- Área antropizada, sin uso definido

0 100 200 300 400 500 Meters

Projeção Universal Transversa de Mercator  
MC 69° / WGS 84

Ciente:



MINISTERIO DE  
OBRAS PÚBLICAS Y  
COMUNICACIONES

Mapa 5.3.2.1.a:

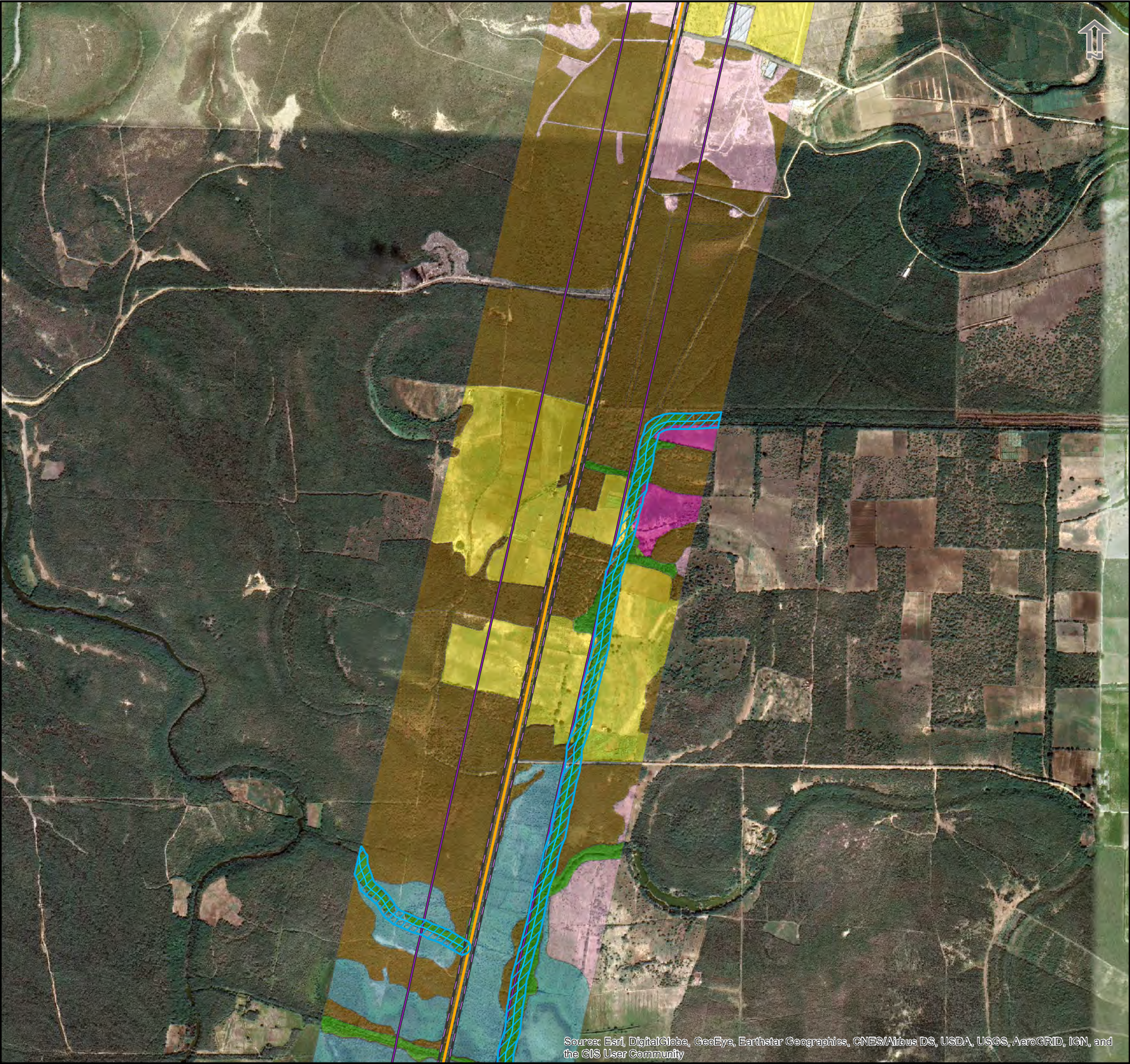
**Vegetación y Uso del Suelo**

Projeto:

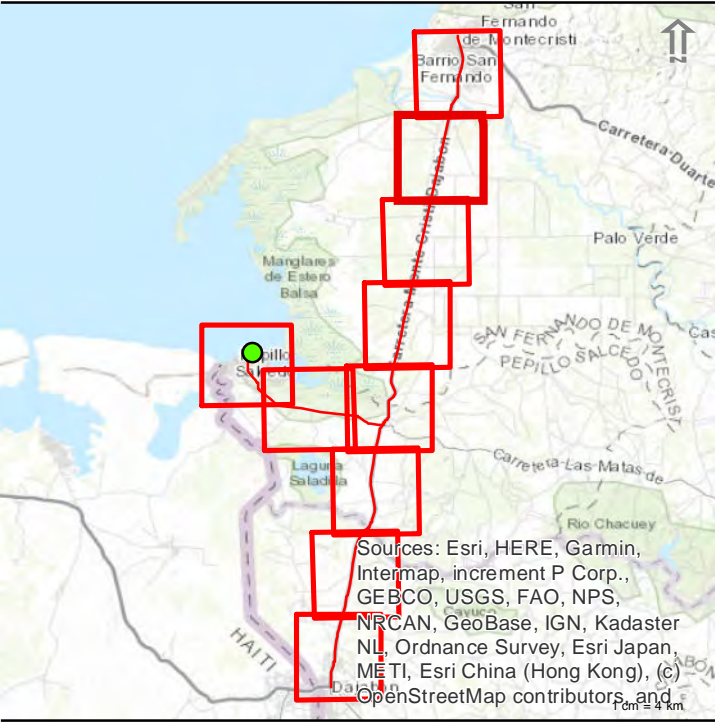
**Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS  
Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y  
Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:15.000 1 cm = 0,15 km	5.3.2.1.a	Ø





Sources: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and

**Leyenda**

- Hidrografía
- Zonas de protección
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- ADA - Carreteras
- AID - Carreteras
- Vegetación y uso del suelo
- Agricultura
- Bosque Seco
- Camino de acceso
- Humedal de agua dulce
- Matorral seco
- Matorral seco antropizado
- Pasto
- Zona urbana
- Área antropizada, sin uso definido

0 100 200 300 400 500 Meters  
Projeção Universal Transversa de Mercator  
MC 69° / WGS 84

Cliente:



Mapa 5.3.2.1.a:

**Vegetación y Uso del Suelo**

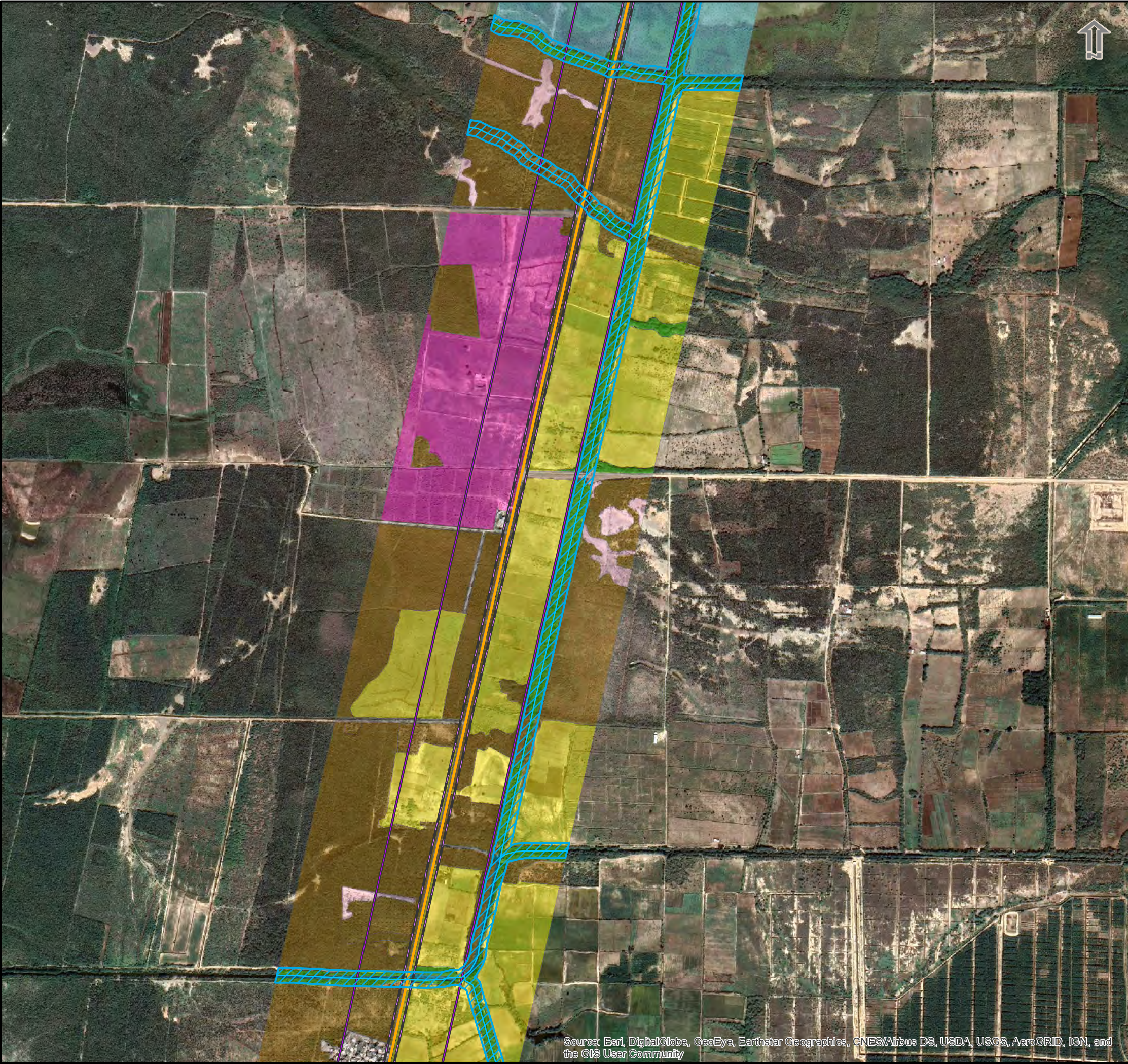
Projeto:

**Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS  
Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y  
Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto**

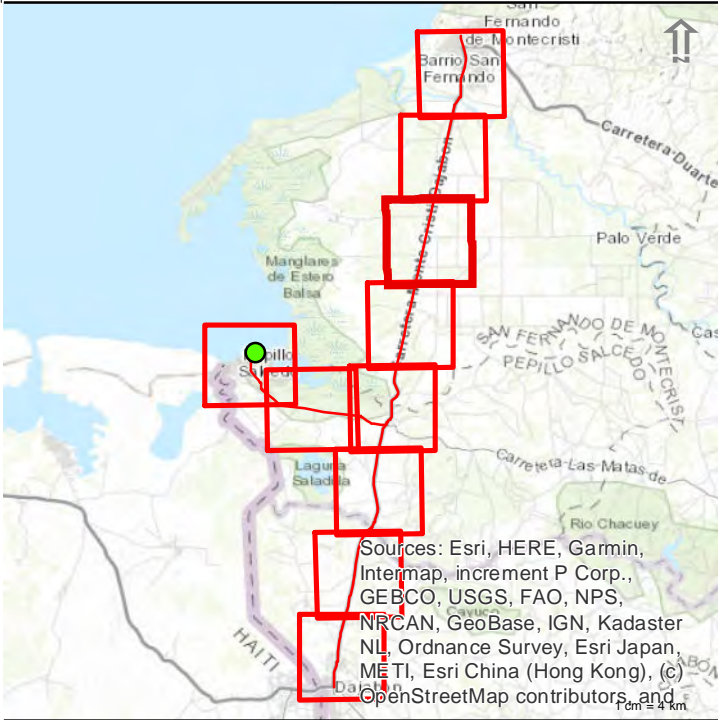
Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:15.000 1 cm = 0,15 km	5.3.2.1.a	Ø







Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and

Leyenda

- Hidrografía
- Zonas de protección
- Carretera 45 - Tramo - Monte Cristi - Copey
- ADA - Carreteras
- AID - Carreteras
- Vegetación y uso del suelo
  - Agricultura
  - Bosque Seco
  - Camino de acceso
  - Cuerpo de agua
  - Humedal de agua dulce
  - Matorral seco
  - Matorral seco antropizado
  - Pasto
  - Zona urbana
  - Área antropizada, sin uso definido

0 100 200 300 400 500 Meters  
Projeção Universal Transversa de Mercator  
MC 69° / WGS 84

Ciente:



Mapa 5.3.2.1.a:

Vegetación y Uso del Suelo

Projeto:

Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS  
Rehabilitación y Ampliación del Puerto de Manzanillo y  
Rehabilitación de las Carreteras de Acceso al Puerto

Data	Escala	Mapa	Revisão
março de 2020	1:15.000 1 cm = 0,15 km	5.3.2.1.a	Ø

