

INSTITUTO COSTARRICENSE DE PESCA Y ACUICULTURA  
INCOPESCA

PROGRAMA DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA PESCA Y  
ACUICULTURA EN COSTA RICA

ANEXO IX  
ESTUDIOS AMBIENTALES:  
PROYECTO TERMINAL PESQUERA DE LIMON

NOVIEMBRE, 2019

<b>FICHA DE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>
<b>1. ESTUDIO GEOLÓGICO RÁPIDO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. METODOLOGIA APLICADA .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. DATOS DE LA GEOLOGÍA BÁSICA DE LA FINCA .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.1. Geología Local.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.2. Integración con los datos del estudio geotécnico. ....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.3. Datos Geomorfológicos relevantes, procesos de erosión – sedimentación, datos de geodinámica externa relevantes .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.4. Síntesis de resultados y conclusiones geológicas.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.5. Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance del estudio ...</b>	<b>12</b>
<b>1.5. DATOS SOBRE LA HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.1. Datos hidrogeológicos del entorno inmediato .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.2. Condiciones hidrogeológicas locales, caracterización y propiedades básicas del acuífero subyacente. ....</b>	<b>15</b>
<b>1.5.3. Descripción de las propiedades básicas del acuífero. ....</b>	<b>15</b>
<b>1.5.4. Síntesis de resultados y conclusiones hidrogeológicas, análisis de vulnerabilidad a la contaminación basado en el modelo hidrogeológico local 15</b>	
<b>1.5.5. Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance del estudio ...</b>	<b>16</b>
<b>1.6. DATOS SOBRE LA CONDICIÓN DE AMENAZAS/RIESGOS NATURALES 18</b>	
<b>1.6.1. Evaluación de la amenaza / Riesgo por fallamiento geológico, sismicidad y potencial de licuefacción. ....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.2. Síntesis de resultados y conclusiones geológicas.....</b>	<b>23</b>
<b>1.6.3. Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance de estudio. ...</b>	<b>23</b>
<b>1.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....</b>	<b>25</b>
<b>2. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO RÁPIDO .....</b>	<b>27</b>
<b>3. ESTUDIO DE SUELO .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>36</b>


<b>3.2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.1. Datos sobre la finca estudiada .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.2. Coordinación profesional realizada .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.3. Objetivos del estudio .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.4. Metodología aplicada .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3. TRABAJO REALIZADO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.1. Trabajo de campo .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.2. Ensayos de laboratorio .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3.3. Correlación e interacción con datos de geología del terreno. ....</b>	<b>40</b>
<b>3.4. RESULTADOS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS.....</b>	<b>41</b>
<b>3.5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS</b>	<b>41</b>
<b>3.5.1. Capacidad soportante y de cimentación .....</b>	<b>41</b>
<b>3.5.2. Licuación.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5.3. Asentamientos.....</b>	<b>47</b>
<b>3.5.4. Limos colapsables y arcillas expansivas .....</b>	<b>47</b>
<b>3.5.5. Coeficiente sísmico según el Código Sísmico de Costa Rica.....</b>	<b>47</b>
<b>3.5.6. Conclusiones sobre cimentaciones para las obras. ....</b>	<b>47</b>
<b>3.5.7. Evaluación de estabilidad de taludes.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5.8. Parámetros para obras de retención y estructuras enterradas.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5.9. Capacidad de infiltración del terreno .....</b>	<b>49</b>
<b>3.6. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6.1. Aplicabilidad de los resultados. ....</b>	<b>50</b>
<b>3.6.2. Tareas pendientes para fases posteriores del proyecto.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6.3. Incertidumbres no resueltas.....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.4. Conclusión general sobre la viabilidad geotécnica del terreno en virtud de la obra a desarrollar.....</b>	<b>51</b>
<b>3.7. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>52</b>
<b>3.8. ANEXOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.8.1. Registros SPT .....</b>	<b>53</b>
<b>3.8.2. Registros Laboratorio .....</b>	<b>58</b>



<b>4.</b>	<b>MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS.....</b>	<b>62</b>
<b>4.1.</b>	<b>USO DE LA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS DEL FORMULARIO D1 .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.</b>	<b>EVALUACION AMBIENTAL INICIAL. CONSUMO / AFECTACIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>4.3.</b>	<b>IMPACTO EN EL AIRE Y AGUA .....</b>	<b>69</b>
<b>4.4.</b>	<b>IMPACTO EN EL SUELO .....</b>	<b>70</b>
<b>4.5.</b>	<b>IMPACTO HUMANO .....</b>	<b>71</b>
<b>4.6.</b>	<b>OTROS RIESGOS.....</b>	<b>72</b>
<b>4.7.</b>	<b>CRITERIOS DE PONDERACION.....</b>	<b>73</b>
<b>4.8.</b>	<b>MATRIZ DE EFECTOS .....</b>	<b>74</b>
<b>4.9.</b>	<b>MEDIDAS AMBIENTALES .....</b>	<b>75</b>
<b>5.</b>	<b>RESUMEN DE RESULTADOS .....</b>	<b>79</b>

## ESTUDIOS AMBIENTALES, TERMINAL PESQUERA DE LIMON

### FICHA DE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

 <p>Ministerio de Ambiente y Energía Secretaría Técnica Nacional Ambiental</p> <h3>Ficha de Descripción del Proyecto</h3>		
a.	<b>Justificación técnica del Proyecto y sus opciones</b>	Mejorar las condiciones para la comunidad pesquera de Limón en apoyo del proyecto Desarrollo Sostenible del Sector Pesquero y Acuícola de Costa Rica, a través del Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS),
b.	<b>Concordancia con el plan de uso del suelo (no es permiso de uso del suelo)</b>	La zona se ubica dentro de un sector urbano - comercial y en donde existe una marcada influencia del ambiente pesquero
c.	<b>Resumen del proyecto a desarrollar (área del proyecto neta, metros cuadrados de construcción, componentes, detalle descriptivo del diseño de sitio)</b>	Se construirán obras para el recibo y tratamiento de los recursos pesqueros, asimismo también tendrá un edificio administrativo para un total de 4512 m2. La descripción de las obras se detalla en el apartado de anexos.
d.	<b>Actividades a realizar en cada fase del Proyecto</b>	Concepción del proyecto: tramitología ante instituciones de estado. En la construcción se tendrá : movimiento de tierras y la construcción de la infraestructura. En la etapa de operación se tiene la utilización del espacio por parte de la comunidad pesquera.
e.	<b>Tiempo de ejecución</b>	6 meses
f.	<b>Infraestructura a desarrollar</b>	Edificio administrativo, planta de proceso, pantalla de atraque, aceras y caminos.
g.	<b>Materiales a utilizar</b>	Cemento, block, varillas, tubería de pvc, materiales de acabados, adoquines, latas de zinc, tuberías de concreto, cableado eléctrico.
h.	<b>Rutas de movilización</b>	
i.	<b>Frecuencia de movilización</b>	Diaria
j.	<b>Número de empleados</b>	30 - 50
k.	<b>Campamentos</b>	N/A

## 1. ESTUDIO GEOLÓGICO RÁPIDO

### PROYECTO

Terminal Pesquera de Limón

### LOCALIZACIÓN

**Provincia:** Limón

**Cantón:** Limón

**Distrito:** Limón

### DATOS DEL DESARROLLADOR

Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura INCOPECA

### DATOS DEL O LOS PROFESIONAL (ES) QUE ELABORAN LOS ESTUDIOS

**PROFESIONAL QUE ELABORA EL ESTUDIO:** Profesional Geología

**Nombre del profesional:** Ana Elena Vega Arce

**Número de cédula:** 1-1106-0648 **Número de colegiado:** CGCR-362

**Registro SETENA:** CI-0291-2012 Vigencia: 2020

## DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El / La suscrito (a) **ANA ELENA VEGA ARCE**, portador(a) de la cédula de identidad número **1-1106- 0648**, profesional en **GEOLOGÍA**, manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: **TERMINAL PESQUERA LIMÓN**

En virtud de ello, someto el presente Estudio de Geología Básica del Terreno al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sea analizado y se constate que el mismo ha cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida en este estudio se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada, a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que, en caso contrario, pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

Atentamente.

ANA ELENA  
VEGA ARCE  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por ANA  
ELENA VEGA ARCE (FIRMA)

Fecha: 2019.12.11

09:45:51 -06'00'

Geól. Ana Elena Vega Arce  
CRCG-362 CI-291-2012

Fecha de emisión: Noviembre 2019

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El Área del Proyecto (AP) para la construcción del **PROYECTO TERMINAL PESQUERA LIMÓN** se ubica en el cantón Limón en la provincia de Limón. Geográficamente el AP se localiza entre las coordenadas Lambert Norte 642811 N y 219096 W en la hoja topográfica Río Banano, escala 1:50.000, (Figura 1, Mapa de Ubicación).

Las condiciones del sitio del proyecto se observan en la fotografía 1-2, se presenta las condiciones actuales del AP.



Fotografía 1-las condiciones del AP. El sitio se presenta impactado.





Fotografía 2-las condiciones del AP. El sitio se presenta impactado.

## 1.2. OBJETIVOS

El siguiente estudio contempla los protocolos de geología básica, hidrogeología ambiental y condición de amenazas y riesgos naturales, el objetivo en cada caso es el siguiente:

### **Estudio técnico de geología básica**

Caracterizar de manera rápida y directa la conformación geológica estructural del AP y su entorno inmediato. De acuerdo con la sección I del Manual de Evaluación de Impacto Ambiental es importante determinar a geoaptitud de AP, que se define como las limitantes técnicas o atributos técnicos positivos respecto del desarrollo de la actividad, obra o proyecto.

### **Estudio técnico de hidrogeología ambiental**

Evaluar las condiciones de geoaptitud del terreno tomando en cuenta aspectos de hidrogeología ambiental, determinando su vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de las aguas subterráneas.

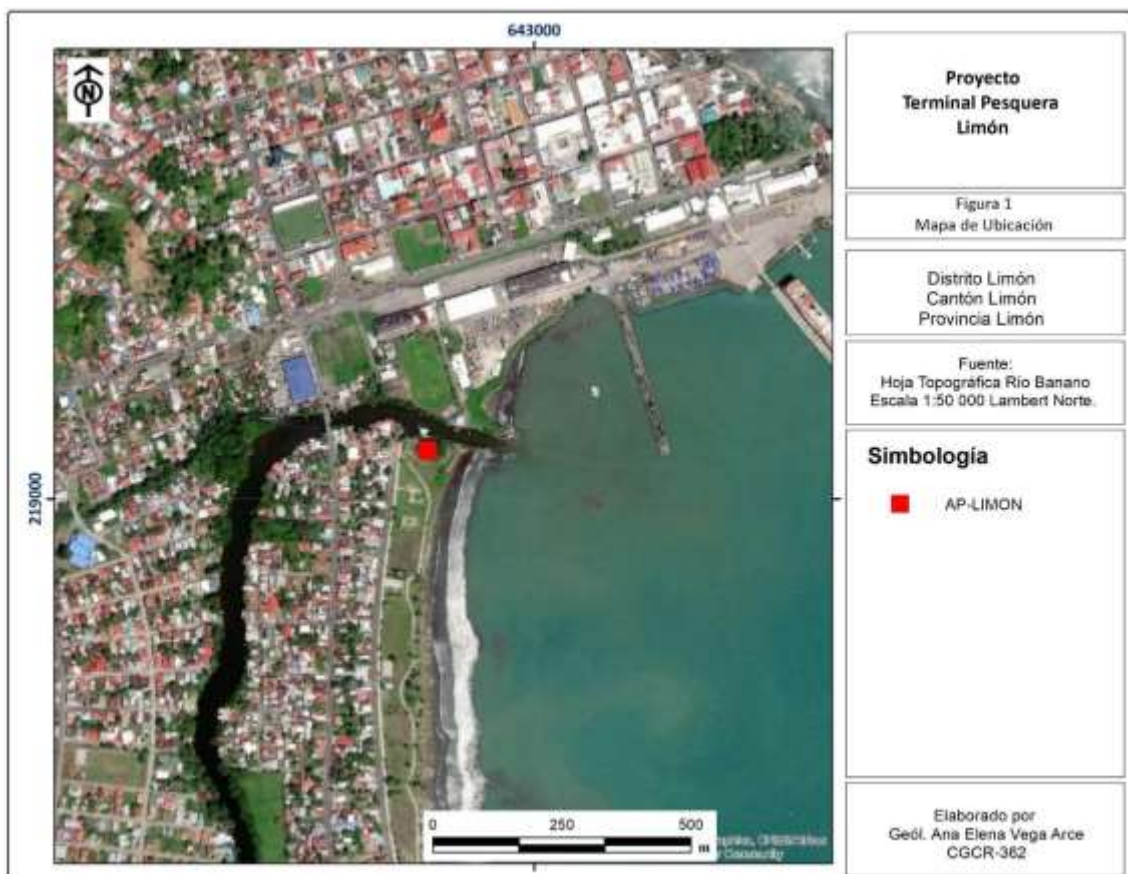
## Estudio estructural y amenazas / riesgos naturales

Establecer si el proyecto, actividad u obra a desarrollar, puede ser realizable bajo las condiciones estructurales, geomecánicas y geotécnicas y establecer las medidas necesarias para disminuir la eventual condición de vulnerabilidad que puede presentar el mismo, analizando además el entorno geotectónico en que se ubica.

### 1.3. METODOLOGIA APLICADA

El procedimiento de trabajo geológico fue el siguiente:

- Se realizó una visita al sitio para realizar observaciones de campo, hacer un análisis de las condiciones geológicas de las unidades aflorantes de roca, de la topografía, tanto en el AP como en el AID.
- Se recopiló la información obtenida del estudio de suelos con respecto a las características geotécnicas del AP.
- Se realizó un análisis de las amenazas y riesgos naturales geológicos que presentan la zona del proyecto, tomando en cuenta estudios, mapas y literatura de sismicidad y neotectónica que se hayan realizado en la región.
- Se recopiló la información bibliográfica necesaria y se elaboró el presente informe como una parte de la evaluación ambiental D1.



## 1.4. DATOS DE LA GEOLOGÍA BÁSICA DE LA FINCA

### UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES Y DEL SUBSUELO SUPERIOR, DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LAS UNIDADES Y SUS ATRIBUTOS LITOPETROFICIOS FUNDAMENTALES

El AP se ubica en la zona del Tras-arco de Costa Rica; específicamente en la cuenca tras arco Llanura Costera NW de Limón. Las rocas del subsuelo y alrededores se han correlacionado regionalmente con las rocas sedimentarias de la Formación Limón en la playa de bahía Portete. La figura 2 es el Mapa Geológico para el AP y AID de acuerdo con las observaciones de campo realizadas, mapas regionales, bibliografía recopilada y la interpretación geomorfológica de las formas y pendientes del terreno en el proyecto.

#### **Formación Limón**

Esta formación geológica aflora a lo largo de la costa, desde el promontorio de Moín hasta la zona de Manzanillo al sur de la provincia de Limón. También aflora en algunas localidades de la fila Asunción. Consiste de lutitas, areniscas y cuerpos carbonatados de origen arrecifal, interestratificados y aislados. Su ambiente de depositación se interpreta como lagunar muy somero con aguas limpias y calidas, el espesor es de unos 100 m y se asocia lateralmente con conglomerados de la Formación Suretka; su edad es Plio-Pleistoceno al reciente (Bottazzi et al., 1994 en Linkimer & Aguilar, 2000). A nivel local se observaron afloramientos levantados de calizas arrecifales cubiertas en algunos sectores por depósitos cuaternarios de arenas de playa y suelos de color beige de características arcillosas.

#### **Depósitos aluviales cuaternarios**

Los sedimentos fluviales forman bancos de material que rellenan los cauces de los ríos, especialmente en aquellos de mayor flujo y dimensiones. La red fluvial en su mayoría es de edad cuaternaria (Holoceno), los ríos cortan los depósitos de antiguos conos de deyección del Pleistoceno. Litológicamente, los depósitos fluviales están compuestos principalmente de gravas hasta arenas gruesas, sobre todo con cantos y bloques de semi hasta bien redondeados, compuestos de diferentes rocas volcánicas principalmente andesitas, basaltos y brechas

Geológicamente no se observó ningún afloramiento de roca dentro o en las cercanías del área de estudio, no se presentan manantiales, ni ríos en las cercanías.

El suelo se caracteriza por ser de color negro compuesto por una mezcla de arenas y arcillas revueltos con material de construcción removido, esto producto de que el AP se localiza en una zona urbana, en la cual posiblemente antes presentaba algún tipo de construcción según se observa en la fotografía 3.



Fotografía 3. Condiciones del AP, no hay evidencia de afloramiento de roca en el sitio.

#### 1.4.1. Geología Local

La figura 2 se presenta el mapa geológico de la zona de estudio basado en las observaciones de campo y revisión bibliográfica. Dentro de Ap no se observan afloramientos de roca.

#### 1.4.2. Integración con los datos del estudio geotécnico.

La compañía Gavea, realizó en el mes de octubre del 2019, el estudio de suelos. La exploración del subsuelo se realizó por medio de cinco perforaciones utilizando el método de ensayo SPT (ASTM D1586) hasta una profundidad máxima de 5.40 m. Los ensayos de caracterización de laboratorio fueron ejecutados por medio de las normas ASTM D2216 y ASTM D2487.

UG-1: Materiales de relleno y suelo orgánico, de consistencia blanda. Presenta una profundidad variable (observada en las perforaciones) de hasta 0.30 m.

UG-2: Arenas de consistencia variable, desde suelta hasta media, con valores típicos de NSPT entre 4 y 20. Presenta un espesor total desconocido.

Según las perforaciones SPT, el nivel freático se presenta a una profundidad variable, entre 0.30 m y 0.70 m. Esta situación no debe considerarse estable, ya que la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del

régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, de aportes artificiales (riegos), extracciones próximas (bombeos), mareas, entre otros.

#### **1.4.3. Datos Geomorfológicos relevantes, procesos de erosión – sedimentación, datos de geodinámica externa relevantes**

Regionalmente el AP y el AID se sitúan en la forma de origen tectónico-erosivo lomeríos bajos de Limón; en los cuales se incluyen los cerros donde se asienta la ciudad de Limón, así como los cerros localizados al SW. Son lomas de contorno suave, con pendientes no mayores de 35°. Las vías drenaje superficial son escasas, indicando buena permeabilidad de los terrenos. Hacia el lado cercano a la carretera (AID), se observan algunos pequeños sumideros, lo cual indica la presencia de rocas calcáreas y los espacios interfluviales son por lo general angostos (Salazar, 2000).

A nivel local el AP se presenta las curvas de nivel a escala 1:50.000 de la hoja Río Banano -Moín en el AP la pendiente es al NE. En la Fotografía 2 se observa la pendiente del terreno en la zona del AP. En el AP la topografía es plana, con una pendiente menor a 5°.

#### **Cauces de escorrentía superficial en el AP**

En el AP colinda al norte con el río Cieneguita, se ubica el estero, esta zona se ha delimitado con potencial de inundación, y dado la topografía de la zona, el AP, se podría ver eventualmente afectado por los incrementos de caudal de los cauces que abastecen el estero.

#### **Procesos geológicos geodinámica externa**

Con respecto a amenazas al ser una zona muy pequeña, no se observado ninguna en particular, no se observa evidencia de deslizamientos, ni erosión pluvial. A pesar de ello se debe de considerar la erosión marina. La costa es la zona limítrofe entre la tierra firme y el mar. Se encuentra constantemente sometida a la acción erosiva del agua, por lo cual adquiere formas muy diversas, dependiendo del tipo de terreno y de la actividad de las olas, mareas y corrientes marinas.

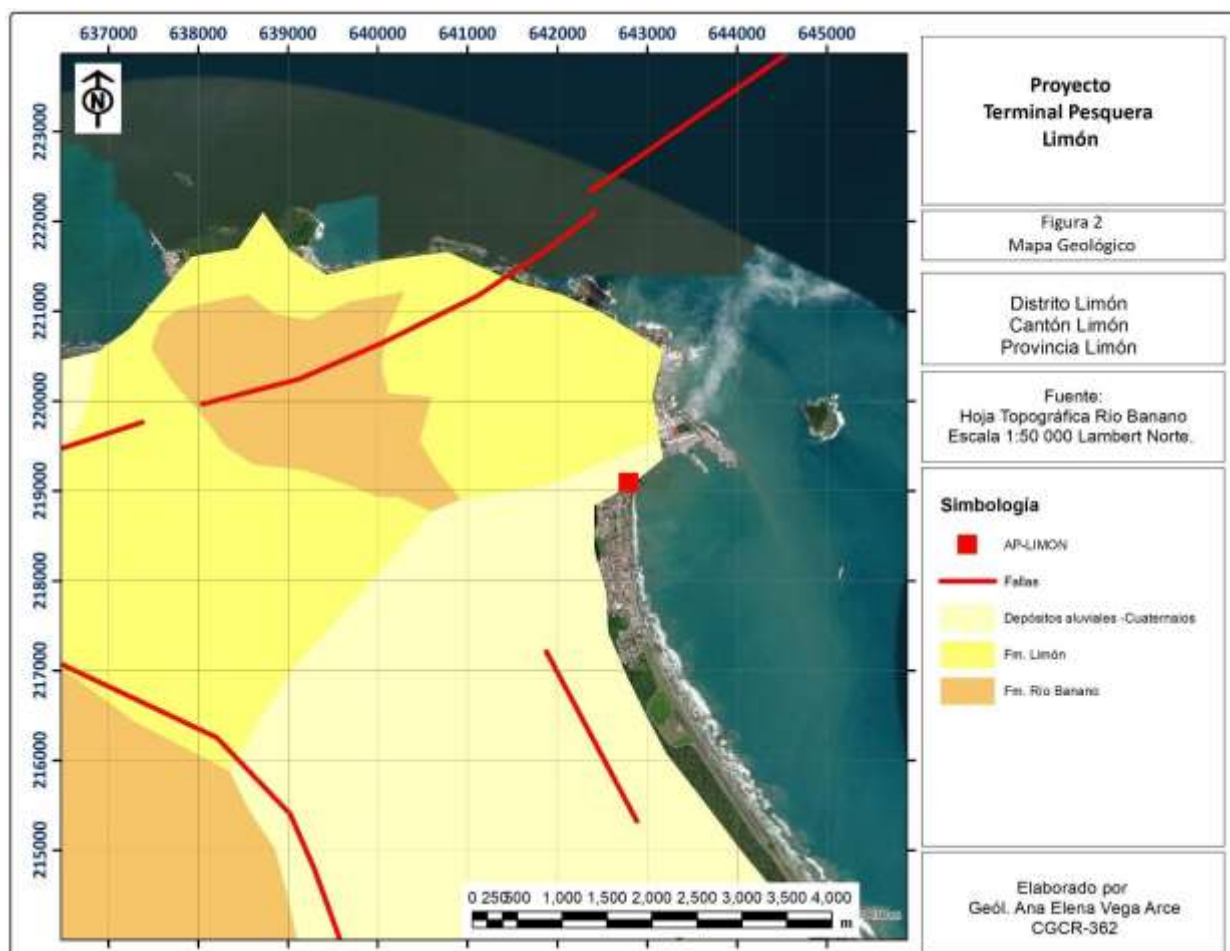
#### **1.4.4. Síntesis de resultados y conclusiones geológicas**

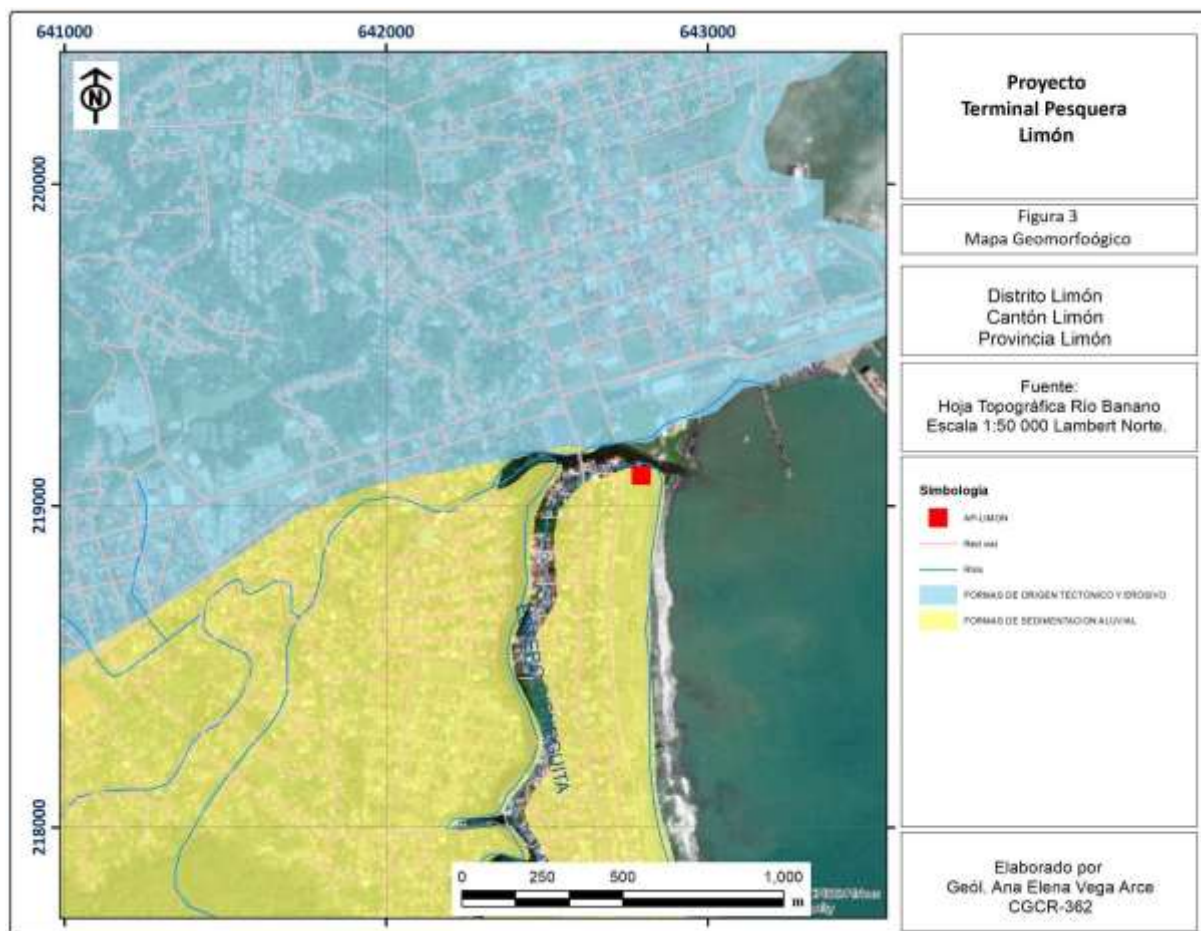
- El AP y el AID se ubican en la zona del Tras-arco de Costa Rica; específicamente en la cuenca tras arco Llanura Costera NW de Limón, las rocas del subsuelo y alrededores del AP se han correlacionado regionalmente con los depósitos aluviales cuaternarios
- Regionalmente el AP y el AID se sitúan en la forma de origen tectónico-erosivo Lomeríos bajos de Limón; en los cuales se incluyen los cerros donde se asienta la ciudad de Limón, así como los cerros localizados al SW.

- La Unidad de Pendiente baja se origina debido al levantamiento de las calizas que forman una plataforma de abrasión; la cual tiene una muy leve dirección hacia la costa.
- Se debe tener control con aguas pluviales, dado la pendiente de la finca, se presenta una acumulación de las mismas en la sección central.
- La geoaptitud geológica del AP es favorable para el desarrollo del proyecto, por el tipo de topografía presente en el AP, con una pendiente a baja

#### 1.4.5. Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance del estudio

El principal alcance de este estudio es la definición de la geología y de las características de las unidades que afloran en el AP, así como de las unidades geomorfológicas, basándose en las observaciones de campo hechas a lo largo de la finca.





## 1.5. DATOS SOBRE LA HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL

### 1.5.1. Datos hidrogeológicos del entorno inmediato

El Área de Investigación y Gestión Hídrica del Senara posee una base de datos de pozos perforados y excavados de todo el país, en la cual se procedió a revisar la información disponible en un radio de 2000 metros con respecto al proyecto y se reportan los siguientes pozos perforados, la información se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. lista de pozos localizados en un radio de 2000 metros del AP.

No. pozo	X	Y	Propietario	Distancia
RB-13	642350	220200	GARRON E HIJOS.	654.01
RB-18	641800	219080	JOSE TIPOY	723.93
RB-23	642350	218600	MARIA ARCE	946.01
RB-116	641400	219730	IND. DEL ATLANTICO, S.A.	971.58
RB-3	641500	220400	HERNAN GARRON	1207.74
RB-22	641680	218520	PEDRO SALAZAR	1227.58
RB-19	641350	218800	J. COVANSKY.	1250.81
RB-12	641150	219150	HERNAN GARRON	1267.45
RB-15	641050	219200	JOSE CHARRO	1349.12
RB-24	642550	218180	CECILIO DUNN	1379.99
RB-9	640900	219700	STANDART FRUIT	1462.13
RB-143	640850	219450	STANDARD FRUIT COMPANY DE C.R.	1507.06
RB-8	640820	219500	FINCA DECAR	1534.69
RB-21	641200	218310	JULIO HERNANDEZ	1690.98
MO-5	641350	221050	S.FRUIT CO.	1808.32
RB-184	640586	219069	Banco Improsa, S.a.	1831.22
RB-10	640550	219900	RAMON DIAZ	1838.4
RB-20	641080	218170	SENARA	1875.22

Cuadro 2. Parámetros de los pozos cercanos al AP.

ID	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Q
RB-13	91.40	0.00		0.50
RB-18	1.45	0.00		0.50
RB-23	1.47	0.65		0.50



### 1.5.2. Condiciones hidrogeológicas locales, caracterización y propiedades básicas del acuífero subyacente.

El análisis hidrogeológico se tiene que realizar en la relación de la zona costera con la cuña entre al agua dulce y el agua salada; ya que las calizas arrecifales que conforman acuíferos cársticos pueden estar descargando agua dulce en la bahía Portete.

El nivel freático es muy somero según se observa en el cuadro anterior, los niveles van desde los 0.65 m; el potencial de acuífero es bajo, con caudales de 0,50 litros por segundo.

### 1.5.3. Descripción de las propiedades básicas del acuífero.

Con base en la información del Cuadro 1, se determina el nivel estático local, La dirección de flujo de agua subterránea va en estrecha relación con los drenajes superficiales. Debido a la variabilidad en los sistemas de depositación de los sedimentos; la extensión del acuífero es muy regional.

Con base en las observaciones de campo en el AID y en la investigación de las bases de datos del Senara y el Departamento de Aguas del MINAE no se encontraron manantiales dentro del proyecto o en los linderos del mismo; esto se debe a que las condiciones geológicas y de topografía plana no permiten el afloramiento del agua subterránea a la superficie.

### Análisis de vulnerabilidad a contaminación

El proyecto contempla la construcción de planta de tratamiento para las aguas residuales, por ende el riesgo de contaminación hacia el agua subterránea se reduce.

### 1.5.4. Síntesis de resultados y conclusiones hidrogeológicas, análisis de vulnerabilidad a la contaminación basado en el modelo hidrogeológico local

Para el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero conformado en el subsuelo del AP y el AID en la zona del proyecto y alrededores, se usará el Método “G.O.D”. (por sus iniciales en inglés), el cual considera dos factores básicos:

- El grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada
- La capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero. (Foster, et al, 2002).

El índice de vulnerabilidad G.O.D. caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los parámetros:

- G**rado de confinamiento hidráulico

- Ocurrencia del sustrato suprayacente
- Distancia al nivel freático

Se analizará en este el acuífero por ser el que representa el mayor riesgo a ser afectado y para el proyecto los valores asignados los en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Aplicación del método “G.O.D”. En el análisis de la vulnerabilidad A la contaminación del agua subterránea en el área del proyecto

PARÁMETRO	CLASIFICACIÓN	VALOR
Grado de confinamiento hidráulico	No confinado	1
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Arenas	0.60
Distancia al nivel del agua subterránea	5 metros	0.90
Valor del índice de vulnerabilidad	G x O x D	0.540
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	alta	

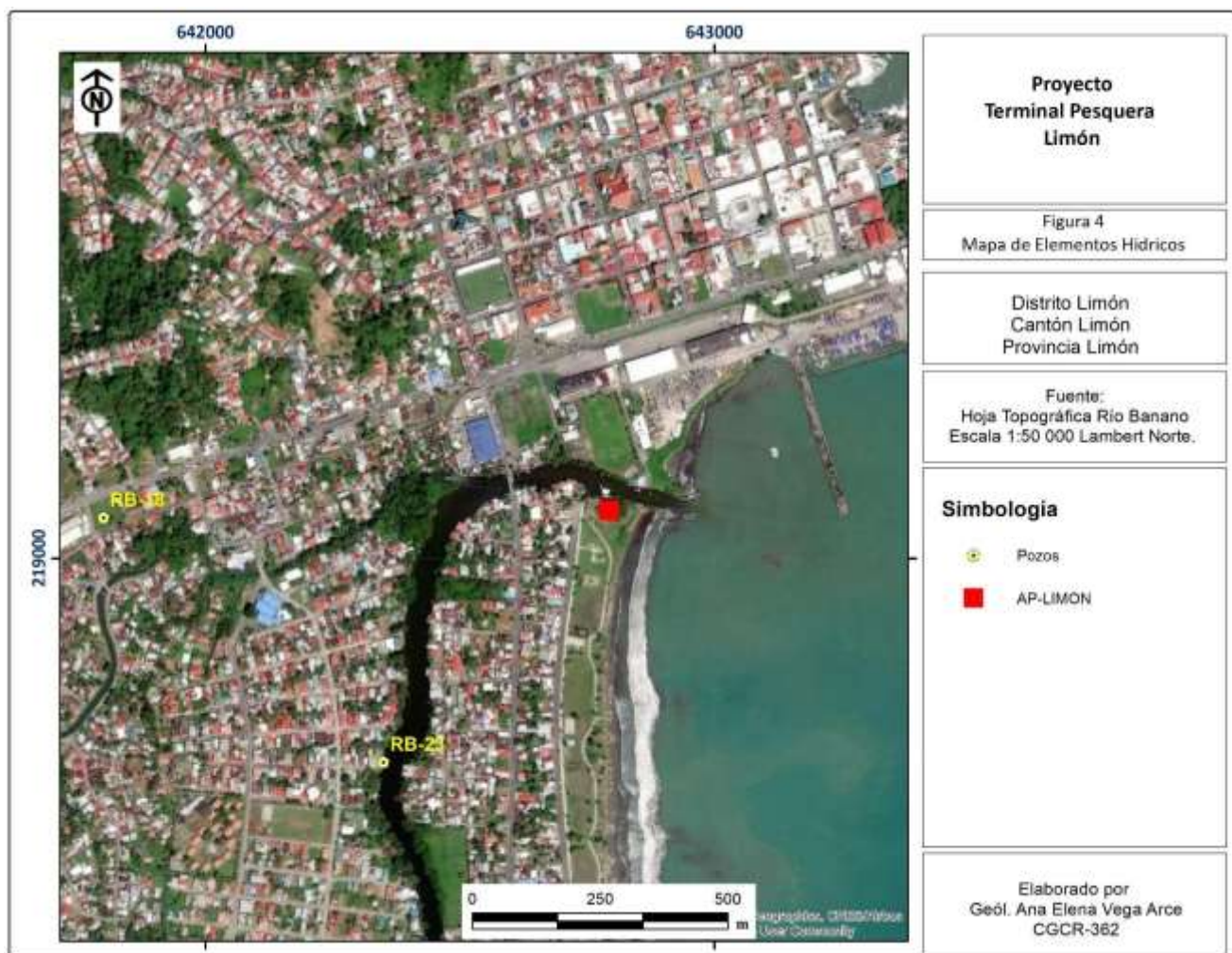
La ocurrencia del sustrato (O) se determinó con base en las litologías descritas en los mapas geológicos y las observaciones de campo; la distancia al nivel del agua subterránea se determinó con la profundidad del nivel freático reportado en el pozo rb-23. Por lo que el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en las arenas aluviales se clasifica como **alta**.

#### 1.5.5. Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance del estudio

- 1 En la zona del AP y el AID el acuífero formado en el subsuelo es de tipo poroso y se desarrolla en materiales aluviales como gravas y arenas intercaladas y sobreyacidas por capas de limos- y arenas (suelo).
- 2 La dirección de flujo es hacia el norte, se asume que la extensión del acuífero es muy regional.
- 3 Con base en el método GOD para el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación se determinó que para el acuífero es alta, este principalmente por las condiciones geológicas del medio e hidrogeológicas, donde se ha determinado la presencia de niveles de agua subterránea someros. A pesar de ello dichos niveles pueden presentarse con una mezcla de agua dulce y salada,

dada la cercanía del AP con la costa.

- 4 Se concluye que la geoaptitud desde el punto de la hidrogeología ambiental es favorable para el desarrollo del proyecto; siempre y cuando se realice una adecuada disposición de las aguas residuales generadas en el proyecto, se respeten las zonas de protección recomendadas en este estudio y los diseños de las obras a construir y actividades propias del proyecto se realicen de acuerdo a las normas establecidas para la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.



## 1.6. DATOS SOBRE LA CONDICIÓN DE AMENAZAS/RIESGOS NATURALES

### 1.6.1. Evaluación de la amenaza / Riesgo por fallamiento geológico, sismicidad y potencial de licuefacción.

#### Estructura de geología local y susceptibilidad a las amenazas

Las rocas de la Formación Limón tienen una distribución regional en la zona de Limón y Portete; conformando plataformas carbonatadas que han sido levantadas por eventos sísmicos muy fuertes; sin embargo no se observaron buzamientos locales en el AP. A nivel local no se observaron fallas geológicas o discontinuidades que limiten las unidades geológicas superficiales de las rocas sedimentarias.

Las principales amenazas geológicas regionales que pueden presentarse en el AID y el AP son la amenaza sísmica y como efecto secundario los tsunamis; ya que se tiene el registro del sismo de Limón; que tuvo una magnitud de 7,6 en la escala de Richter y causó el colapso de mucha infraestructura en la zona atlántica y ocurrieron tsunamis en la zona sur de la costa de Limón de Costa Rica.

#### Fallas Geológicas

De acuerdo con el mapa tectónico de la hoja Limón a escala 1:500.000 (Figura 6) a 2.5 km al NE de la ciudad de Limón se reporta la presencia de una falla cuaternaria de desplazamiento de rumbo dextral, tiene rumbo NE y una longitud de 9,5 km tanto en zona continental como en el mar Caribe. En la zona de Portete y Limón se reporta el pliegue anticlinal Limón; cuyo eje tiene un rumbo NW y una longitud aproximada de 5 km; (Denyer et al., 2003).

#### Sismicidad

El AP y el AID se ubican en la zona del Tras-arco de Costa Rica; específicamente en la cuenca tras arco Llanura Costera SE de Limón, Denyer et al., (2003); y en la zona sísmica Limón - Changuinola, (Fernández & Rojas, 2000).

#### Zona Sísmica Limón - Changuinola

En la zona sísmica Limón - Changuinola la ocurrencia anual de sismos con magnitud M mayor a 4,5 es de 1,9054 y el valor medio probable de máxima magnitud que podría generar la fuente sísmica es de 7,7 para una profundidad entre los 5 y 25 km, las aceleraciones horizontales máximas esperadas son de 4,0 a 4,5 m2/s, para un periodo de recurrencia de 500 años; (Fernández & Rojas, 2000). De acuerdo con el Código

Sísmico de Costa Rica 2002 el proyecto se ubica en la zona sísmica III y el sitio de cimentación se clasifica como Tipo S1.



Mapa de los efectos del terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 a lo largo de la provincia de Limón. Tomado de Denyer et al. (1994). El AP se localiza dentro de la zona afectada por licuefacción principalmente.

El AP se ubica dentro de una de las zonas sísmicas activas del país, conocida como Parismina- Tortuguero, donde el número anual de sismos de magnitud  $M$  mayor a 4,5 es de 0,1531; con un valor medio probable de máxima magnitud que podría generar la fuente sísmica de 6,0 a una profundidad de generación del sismo de entre 2 y 30km. Se ubica cerca del límite con la zona sísmica de Limón- Changuinola donde el número anual de sismos con magnitud  $M$  mayor a 4,5 es de 1,9054 (Fernández & Rojas, 2000).

De acuerdo con el mapa tectónico regional tomado de Denyer et al. (2003) existe una importante falla en los alrededores del AP denominada falla Río Blanco, tiene un movimiento horizontal sinistral con una componente de desplazamiento vertical. Se extiende a lo largo del río Blanco, tiene una longitud de unos 10 km desde el Cinturón Deformado del Norte de Panamá hasta la Fila Matama.

Es una falla activa en donde se midieron desplazamientos de hasta 1,4 m en la horizontal y de 1,5 en la vertical (Denyer et al., 1994) luego del terremoto de abril de 1991.

Denyer et al (1994) mencionan que, durante el cartografiado de campo, no se encontró evidencia superficial de la ruptura primaria, sin embargo se cartografiaron varias superficies discontinuas de falla, con rumbo noreste y movimiento transcurrente. Estas fallas son el resultado del la segmentación del bloque superior que se movió al noreste, durante la ruptura, cuyo límite al noroeste es la falla de Río Blanco.

El terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 (M 7,7) se originó en una falla inversa, en la cual el bloque superior se movió hacia el noreste unos 3 m con respecto al bloque inferior. Esto provocó un levantamiento vertical entre 0,5 y 1,5 m a lo largo del sector caribe, desde Puerto Limón hasta cerca de la frontera de Panamá (Montero, 2000).

Antiguos paleoarrecifes hoy levantados y ubicados costa adentro indican claramente que este proceso de levantamiento ha venido ocurriendo desde hace alrededor de 3,5 millones de años (Denyer et al., 1994; Collins et al., 1995). La falla inversa que originó el terremoto de Limón tuvo una ruptura que se inició a una profundidad cercana a los 20 km y alcanzó hacia arriba hasta el piso oceánico, generando un tsunami. La zona donde se localizaron las réplicas indican una falla que tuvo un largo de 85 km por unos 45 km de ancho, medidos a lo largo de la inclinación de la falla (Montero, 2000).

Durante ese terremoto se reportó un tsunami en las costas de Bajos del Toro en Panamá en donde el nivel normal del mar subió en algunos sitios hasta 2 m (Camacho, 1994). En el AP no se reporta afectación por tsunamis, sin embargo no se debe descartar la ocurrencia de uno en un eventual sismo, más aún si ocurre mar adentro en el Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

De acuerdo con Fernández & Rojas (2000) la aceleración horizontal máxima esperada para la zona del AP es de 4 m/s<sup>2</sup> para un período de recurrencia de 500 años. Las intensidades máximas sentidas en la zona de estudio han sido de VIII y IX, lo que implica desde caídas de tanques elevados y monumentos, de ramas de árboles, grietas en el terreno y os taludes, pánico en general, daños a fundaciones y embalses, rupturas de tuberías enterradas y grietas significativas.

### **Sismicidad histórica de la Vertiente Caribe**

Dentro de la sismicidad histórica de la zona del Caribe de Costa Rica se tiene relatos de sismos el día 21 de febrero de 1798 donde el comandante del Fuerte San Fernando de Matina, ubicado en la boca del Matina al norte del AP, informa que ocurrió un sismo fuerte que se mantuvo constante a lo largo de 12 horas y que el mar se volvió “picado” luego de las primeras horas del sismo, lo que sugiere la ocurrencia de un tsunami (Montero, 1989; Boschini & Montero, 1994).

El 7 de mayo de 1822, entre la 1:30 y 2:00 a.m. ocurrió el terremoto de San Estanislao el cual Montero (1986) lo ubicó originalmente en la zona de convergencia de las placas del Coco y Caribe en la zona sísmica de Osa, sin embargo, luego del terremoto de Limón se asocia más con la zona del Cinturón Deformado del Norte de Panamá. Se relatan varios efectos en la zona de Matina, tales como grietas en el terreno, volcanes de arena debido a la licuefacción, inundaciones y numerosos daños en iglesias en Costa Rica y Panamá (Boschini & Montero, 1994).

Al parecer el terremoto de San Estanislao tuvo un mecanismo de ruptura de falla inversa similar al de 1991; tuvo una magnitud de  $M_s=7,5$  y no se descarta que haya sido mayor (Boschini & Montero, 1994).

Para antes de 1991 la zona del Caribe de Costa Rica y Panamá presentaba una tasa de incidencia muy baja en la sismicidad, los principales eventos ocurridos son el terremoto de Bocas del Toro del 26 de abril de 1916 y el terremoto que afectó la ciudad de Limón el 7 de enero de 1953 (Boschini & Montero, 1994).

De acuerdo a Montero et al. (1991), Goes et al. (1993), entre muchos otros autores , el Terremoto de Limón ocurrió en una falla inversa, buzando al oeste, y con rumbo paralelo a la costa Caribe de Costa Rica. (Denyer et al, 1994)

### **Potencial de Licuefacción**

Fernández (2002) encontró que 12 tsunamis han golpeado pueblos costeros del Caribe desde 1539 hasta el 2000. Los datos principales de estos tsunamis así como los del temblor que los originó, se describen en el cuadro 3.

Los temblores que han causado tsunamis en la costa caribe de América Central son tanto del sistema de fallas Polochic-Motagua, como del Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

Son temblores de profundidad superficial, muchos de ellos con el epicentro en el área continental, como el de 1991 en Limón. Estos datos dejan constancia de que no solamente los temblores originados en el piso oceánico disparan tsunamis. No obstante, por ocurrir el temblor en área continental, los tsunamis generados han sido muy pequeños y por ello, han causado poco daño. Cuatro de estos temblores ocurrieron en la zona de fallamiento inverso ubicado en la zona atlántica de Costa Rica.

Tres de los tsunamis más importantes de la costa Atlántica tuvieron olas de altura mayor a 3 m y uno, mayores de 5 m. Localidades enteras fueron destruidas por estos tsunamis. El único tsunami del Caribe con reporte de muertes es el que azotó el archipiélago de San Blas, frente a las costas de Panamá, en 1882.

**Cuadro 3.** Temblores y tsunamis en la costa caribe de América Central

Temblores y tsunamis en la costa caribe de América Central							
Fecha	Datos del Temblor				Datos del tsunami		
	Lat. N	Long.	Mag.	Fuente	Localización	Alt.(m)	Mag
1798-0222	10,2	82,9		CV	Matina, CR		-1
1822-0507	09,5	83,0	7,6	CV	Matina, CR		-1
1904-1220	09,2	82,8	7,3	AA	Bocas Toro		
1916-0426	09,2	83,1	6,9	AA	Bocas Toro	1,3	0
1991-0422	09,6	83,2	7,6	AA	Bocas Toro	3	1

CV: Camacho & Viquez (1993), AA: Ambraseys & Adams (1996); tomado y modificado de Fernández (2002)

Denyer et al (1994) mencionan que entrevistaron a numerosos habitantes de la región afectada y generalmente las respuestas fueron consistentes. En las localidades donde se reportó un tsunami (p.ej Gandoca, Punta Uva, Manzanillo y Boca Matina), los pobladores dijeron que antes del terremoto, el mar estaba muy tranquilo, sin ningún comportamiento anormal. Durante el terremoto hubo una súbita reducción del nivel del mar, seguido por el tsunami, 5-15 minutos después. La altura de la ola alcanzó un máximo de 2,5m y en algunas localidades se reportó una serie de olas, por un período entre 15 y 60 minutos después del sismo.

De igual forma en el estudio de suelos, realizado en el sitio, indica que en el sitio si es posible el potencial de Licuefacción.

#### **Amenaza riesgo por estabilidad de ladera (taludes)**

El terreno en el que se ubica el AP presenta una topografía plana, con una pendiente menor del 15%, por lo que no se considera necesario realizar un estudio de estabilidad de taludes para el proyecto.

No se realiza, dada la topografía plana del sitio.



## Amenaza volcánica

Dada la ubicación del AP, con respecto a los focos volcánicos de la Cordillera de Guanacaste, no se considera un riesgo para el AP,

### 1.6.2. Síntesis de resultados y conclusiones geológicas

- En la zona de Portete y Limón se reporta el pliegue anticlinal Limón; cuyo eje tiene un rumbo NW y una longitud aproximada de 5 km.
- El AP y el AID se ubican en la zona del Tras-arco de Costa Rica; específicamente en la cuenca tras arco Llanura Costera SE de Limón, Denyer et al., (2003); y en la zona sísmica Limón – Changuinola.
- De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica 2002 el proyecto se ubica en la zona sísmica III y el sitio de cimentación se clasifica como Tipo S1.
- En un radio de 100 kilómetros con respecto al AP y al AID en la zona de Limón; no se reporta la presencia de volcanes activos, por lo tanto no se considera un riesgo para el proyecto la actividad volcánica y sus amenazas asociadas.
- Las principales amenazas geológicas regionales que pueden presentarse en el AID y el AP son la amenaza sísmica y como efecto secundario los tsunamis; ya que se tiene el registro del sismo de Limón; que tuvo una magnitud de 7,6 en la escala de Richter y causó el colapso de mucha infraestructura en la zona atlántica y ocurrieron tsunamis en la zona sur de la costa de atlántica de Costa Rica.
- Debido a que el AP se sitúa en la línea de costa es imperativo contar con un plan de emergencia en caso de que se presente un sismo de magnitud considerable y se active la alarma de amenaza por tsunami, por parte de las autoridades gubernamentales respectivas, para la zona en que se circunscribe el AP y el AID.
- Se concluye que el terreno tiene una geopotencialidad favorable desde el punto de vista de las amenazas naturales geológicas; de las cuales la principal es la asociada a actividad sísmica regional; por lo tanto las obras a construir tienen que estar diseñadas de acuerdo a lo que se establece en el Código Sísmico y Código de Cimentaciones vigentes en Costa Rica; así como también a los parámetros de diseño calculados en los estudios de mecánica de rocas.

### 1.6.3. Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance de estudio.

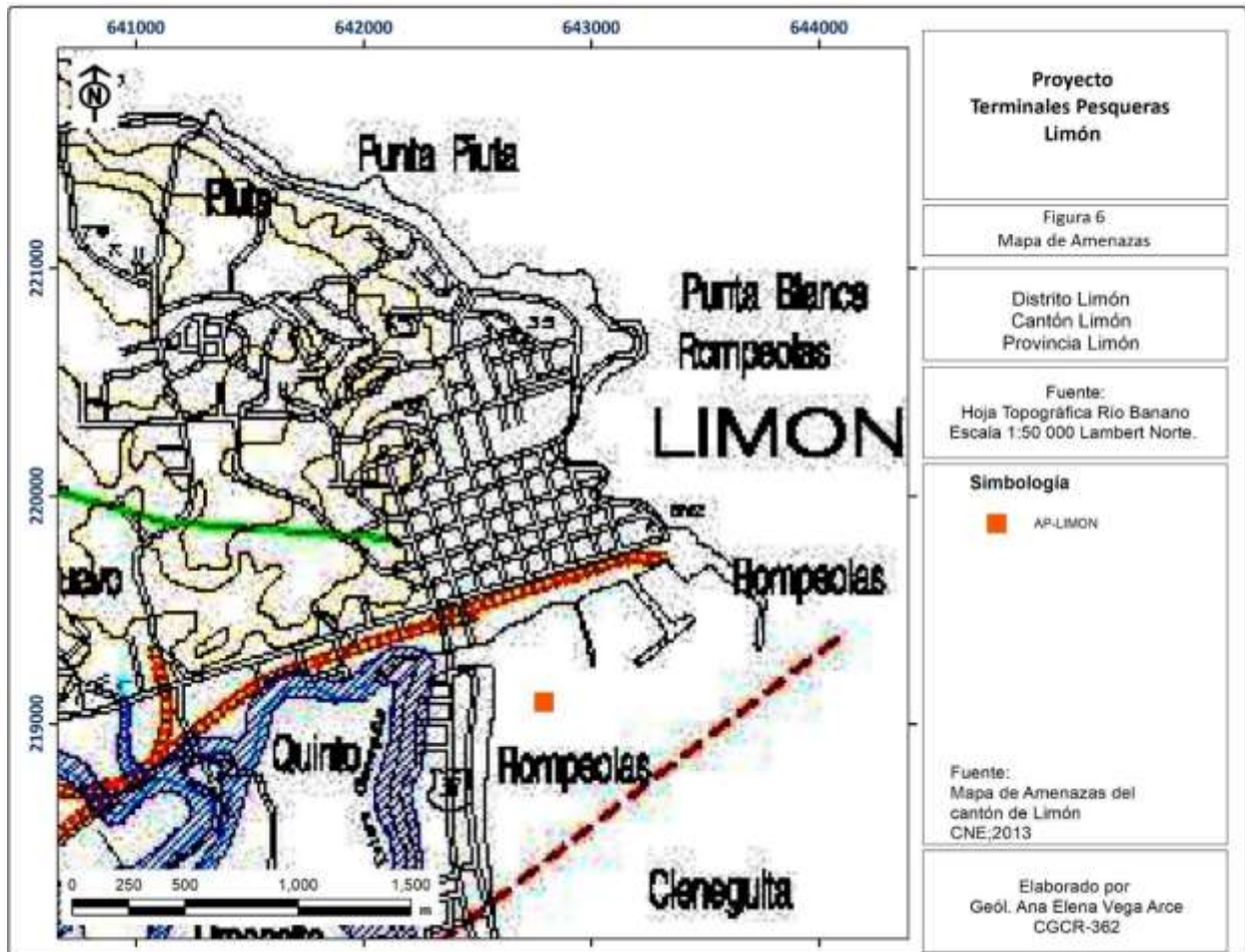
- La principal incertidumbre es el momento de la afectación de las obras por eventos sísmicos de gran magnitud ya que no se tiene certeza de cuando se puede producir un sismo de magnitud considerable.
- Los resultados obtenidos se aplicarán a la hora de hacer los diseños y cimentaciones de las obras, tomando en cuenta el factor sísmico dado la amenaza que constituye las diversas fallas que se presentan en la zona.

- El proyecto resulta viable siempre y cuando los diseños de infraestructura y cimentación cumplan con los lineamientos sísmicos definidos en el Código Sísmico vigente.
- Los alcances de este estudio están dados por observaciones de campo e investigación bibliográfica sobre la sismicidad del lugar y potencial de actividad de las fallas de la zona y los resultados son aplicables para el proyecto
- Se considera de incertidumbre los períodos de recurrencia de los sismos de mayor magnitud I, así como la posible afectación que hayan tenido los sismos históricos en la zona del AP y AID.
- Como conclusión general se define que el proyecto de construcción, es viable desde el punto de vista de las amenazas, los mismos deberán tomar en cuenta los diseños antisísmicos definidos por el Código Sísmicos de Costa Rica para ese tipo de obras en esta zona del país

## 1.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alvarado, G., 2008: Los Volcanes de Costa Rica: geología, historia, riqueza natural y su gente.-3 ed.- San José, C.R. EUNED, 2008. 386p

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS, 2002: Código Sísmico de Costa Rica.3ra ed. Editorial Tecnológica. Cartago.



## 2. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO RÁPIDO

### PROYECTO

Terminal Pesquera Limón

### LOCALIZACIÓN

**Provincia:** Limón

**Cantón:** Limón

**Distrito:** Limón

### DATOS DEL DESARROLLADOR

Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura INCOPELCA

### DATOS DEL O LOS PROFESIONAL (ES) QUE ELABORAN LOS ESTUDIOS

**Nombre del profesional:** Gustavo Gómez Quesada

**Número de cédula:** 3-0342-0598

**Número de colegiado:** N/A

**Número de Consultor Individual SETENA:** CI-151-09-SETENA

**Noviembre, 2019.**

## Documento de responsabilidad profesional

El suscrito **Gustavo Gómez Quesada**, portador de la cédula de identidad número: **3-0342 0598**, profesional en Arqueología, incorporado al colegio profesional: **N/A**, número de colegiado: **N/A**, consultor inscrito en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, según registro: **CI-151-09-SETENA**, cuya vigencia se encuentra al día hasta el **28 de mayo del 2021**. Manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, elaborado para el proyecto denominado: **Terminal Pesquera Limón**, el cual se desarrollará en el plano catastro número: **L-9-1978**

En virtud de ello, someto el presente Estudio Arqueológico al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sea analizado y se constate que el mismo ha cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida en este estudio se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada, a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que, en caso contrario, pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

**Atentamente.**

---

**Gustavo Gómez Quesada**  
**Cedula: 3-0342-0598**  
**CI- 151-09 -SETENA**

**FORMULARIO DE INSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA RÁPIDA  
SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL  
INFORME DE INSPECCIÓN**

<b>N° Expediente SETENA</b>	<b>Fecha de Inspección: Noviembre, 2019</b>
<b>A. Información del desarrollador (la persona física o jurídica, pública o privada) que realizará la actividad, obra o proyecto.</b>	
1. Nombre del encargado de la actividad: <b>INCOPECA</b>	
2. Nombre del desarrollador: <b>Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura INCOPECA</b>	
3. Teléfono: <b>8815-0356</b>	
<b>B. Información sobre la actividad, obra o proyecto.</b>	
4. Tipo de actividad, obra o proyecto. <b>Terminal Pesquera</b>	
5. Nombre de la actividad, obra o proyecto: <b>Terminal Pesquera Limón</b>	
<b>B.1. Ubicación geográfica del área del proyecto</b>	
6. Provincia, Cantón, Distrito: <b>Limón, Limón, Limón</b>	
7. Coordenadas Lamber: <b>CRTM N-, CRTM E-</b>	
8. Hoja (s) cartográficas): <b>Río Banano</b>	
<b>B.2. Área de Proyecto (AP)</b>	
9. Área de proyecto (Ha o m <sup>2</sup> ): <b>272 000 m<sup>2</sup></b>	
10. Área de impacto directo (Ha o m <sup>2</sup> ): <b>8000 m<sup>2</sup></b>	
11. N° de plano(s) catastrado(s): <b>L-9-1978</b>	
12. Se han realizado movimientos de tierra: ( ) Si (X) No m <sup>2</sup> . % del AP: %	
13. Magnitud de los movimientos de tierra: <b>N/A</b>	
14. Topografía: (X) Plana < 15% ( ) Ondulada 15 - 30% ( ) Quebrada 30 - 50% ( ) Muy quebrada > 50%	
15. Cobertura vegetal actual: ( ) Limpio ( ) Pasto ( ) Bosque primario ( ) Charral ( ) Tacotal ( ) Cultivo ( ) Bosque secundario (X) Otra	
16. Fuentes fluviales más cercanas (ríos, quebradas): ( ) Si: (X) No	
17. Infraestructura actual existente en el AP: <b>Ninguno</b>	

18. Uso actual del AP: <b>Ninguno</b>
19. Etapa/actividad en la que se encuentra la actividad, obra o proyecto a desarrollar: <b>Trámite de viabilidad ambiental</b>
20. Infraestructura a desarrollar en el AP: <b>Área de proceso, Bodega y edificios administrativos.</b>
<b>C. Información sobre la inspección:</b>
21. <input checked="" type="checkbox"/> Prim. Inspección <input type="checkbox"/> Revisita
22. Metodología: <input checked="" type="checkbox"/> Asistemática <input type="checkbox"/> Sistemática <input type="checkbox"/> Recorrido Total <input checked="" type="checkbox"/> Recorrido Parcial <input type="checkbox"/> Cateos <input type="checkbox"/> Limpieza selectiva de la capa vegetal <input type="checkbox"/> Observación de cortes y perfiles <input type="checkbox"/> Transectos <input type="checkbox"/> Otro
23. Explique el patrón de recorrido del terreno: <b>Asistemático</b>
24. Observación de la superficie por densidad de cobertura vegetal: <input type="checkbox"/> Total <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Nula
<b>C1. Recursos Arqueológicos</b>
25. Existen materiales o rasgos culturales: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
26. Tipo de material: <input type="checkbox"/> Cerámica <input type="checkbox"/> Lítica <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> N/A
27. Tipo de rasgo: <input type="checkbox"/> Tumba <input type="checkbox"/> Calzada <input type="checkbox"/> Montículo <input type="checkbox"/> Basamento <input type="checkbox"/> Conchero <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> N/A
28. Se observa material cultural en terrenos colindantes: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
29. Explique el tipo de evidencia observada: <b>N/A</b>
30. Densidad del material por m <sup>2</sup> : <input type="checkbox"/> Baja < 5 fragmentos <input type="checkbox"/> Media de 5 a 20 fragmentos <input type="checkbox"/> Alta > 20 fragmentos <b>N/A</b>
31. Se registró sitio arqueológico: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <i>Adjuntar hoja de registro y plano de ubicación</i>
32. Nombre del Sitio (s) y Clave (s): <b>N/A</b>
33. Extensión aproximada del sitio arqueológico en m <sup>2</sup> : <b>N/A</b>
<b>C2. Información Gráfica</b>
34. Mapa o croquis: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No    Fotografías: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Color <input type="checkbox"/> Diapositiva <input type="checkbox"/> Blanco y Negro





35. Observaciones: <b>El área de proyecto no presenta potencial arqueológico</b>	
36. Nombre y cédula del inspector: <b>Gustavo Gómez Quesada / Cédula: 3-0342-0598</b>	
37. No. Consultor ambiental de SETENA: <b>CI-151-09-SETENA</b>	
38. Nombre y cédula del desarrollador o representante: <b>Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura INCOPESCA</b>	
<b>39. Recomendación técnica</b>	
Con base en los puntos antes señalados y específicamente en los puntos <b>C1</b> se concluye que:	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>No requiere más estudios arqueológicos</b>	
<input type="checkbox"/> Revisar el AP	
<input type="checkbox"/> Evaluación Arqueológica	
<input type="checkbox"/> Supervisión de Movimientos de Tierra	
<input type="checkbox"/> Otra	
<b>40. Otras recomendaciones:</b> No requiere más estudios arqueológicos, sin embargo, si durante los movimientos de tierra se registran de manera fortuita rasgos o materiales precolombinos, se debe de detener la obra y dar aviso al Museo Nacional de Costa Rica (Tel: 2253-0679), correo: <a href="mailto:antropología@museocostarica.go.cr">antropología@museocostarica.go.cr</a> , esto con base en la <b>Ley 6703 *- Artículo 13.</b>	

Evidencia Fotográfica:





### 3. ESTUDIO DE SUELO

#### PROYECTO

Terminal Pesquera Limón

#### LOCALIZACIÓN

**Provincia:** Limón

**Cantón:** Limón

**Distrito:** Limón

#### DATOS DEL DESARROLLADOR

Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura INCOPECA

#### DATOS DEL O LOS PROFESIONAL (ES) QUE ELABORAN LOS ESTUDIOS

**Nombre del profesional:** Danilo Andrés Jiménez Ulate

**Número de cédula:** 1-1196-0672

**Número de colegiado:** IC-19214

**Registro SETENA:** CI-297-17

**Noviembre, 2019.**

## DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El suscrito Danilo Andrés Jiménez Ugalde, portador(a) de la cédula de identidad número 1-1196-0672, profesional en Ingeniería Civil (IC-19214), manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: Terminal pesquera Limón, que se desarrollará en el plano catastrado número: L-9-1978..

En virtud de ello, someto los Datos Geotécnicos de Capacidad de Soporte o de Cimentación para la Obra Civil, al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sean analizados y se constate que los mismos han cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida de estos datos, se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada y a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que en caso contrario pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

Atentamente,

Ing. Danilo A. Jiménez Ugalde, M.Sc.  
IC-19214  
CI-297-17

Fecha de emisión: 14/10/2019

### 3.1. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS

#### Resumen de resultados

Con base en las prospecciones SPT ejecutadas, se logró caracterizar geotécnicamente el sitio de estudio. Se identificaron 2 unidades geotécnicas:

- UG-1: Materiales de relleno y suelo orgánico de consistencia blanda.
- UG-2: Arenas de compacidad suelta a media.

En las perforaciones realizadas se detectó la presencia del nivel freático a una profundidad variable entre 0.30 m y 0.70 m. Debe aclararse que esta condición puede variar en función de la precipitación acumulada durante la estación lluviosa a lo largo del año.

Los ensayos de laboratorio mostraron que los materiales correlacionales con la UG-2 corresponden con arenas (SM), corroborando la descripción visual y los resultados obtenidos en los ensayos SPT.

#### Resumen de conclusiones técnicas

Con base en los análisis realizados, se determinó lo siguiente:

- La capacidad de soporte admisible bajo el nivel de cimentación varía entre 70 kPa y 445 kPa.
- Se espera que los asentamientos por consolidación sean despreciables (menores de 2.5 cm).
- No se identificó la presencia de limos colapsables o arcillas expansivas.
- Las arenas que constituyen la UG-2 presentan potencial de licuación.
- Para efectos del cálculo de la sollicitación sísmica el sitio se clásica como S<sub>3</sub>, zona III.
- No se identificaron problemas asociados a estabilidad de taludes.
- Es factible construir edificaciones de uno o dos niveles en el sitio estudiado, siempre y cuando se sigan las recomendaciones referentes a las cimentaciones indicadas en el presente informe.

## 3.2. INTRODUCCIÓN

### 3.2.1. Datos sobre la finca estudiada

El terreno se encuentra ubicado en el distrito 01 Limón, cantón 01 Limón, provincia 07 Limón; con plano catastrado inscrito bajo el número L-9-1978; la Figura 1 muestra la localización geográfica. El terreno se encuentra actualmente a nivel de calle, el mismo posee una topografía plana. En el momento de la visita no se observa ninguna estructura construida en el terreno estudiado.



Figura 1. Localización geográfica - Hoja 1:50.000 Río Banano.

### 3.2.2. Coordinación profesional realizada

La coordinación de los trabajos presentados en este informe estuvo a cargo del Ing. Danilo Andrés Jiménez Ugalde, inscrito en el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (IC-19214) y el registro de consultores de Setena (CI-297-17).

### **3.2.3. Objetivos del estudio**

- Proporcionar un conocimiento de las características geotécnicas del subsuelo de acuerdo con la construcción prevista.
- Conocer y evaluar las posibles problemáticas geotécnicas de la zona, que puedan incidir sobre la futura construcción.
- Definir y analizar el tipo de cimentación más recomendable para el tipo de construcción prevista de acuerdo a los condicionantes geotécnicos.

### **3.2.4. Metodología aplicada**

Los trabajos de campo y laboratorio, así como todos los análisis geotécnicos fueron ejecutados siguiendo los lineamientos y metodologías presentados en el Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental, el Código de Cimentaciones de Costa Rica (ACG, 2009) y el Código Geotécnico de Taludes y Laderas de Costa Rica (ACG, 2015).

La exploración del subsuelo se realizó por medio de cinco perforaciones utilizando el método de ensayo SPT (ASTM D1586) hasta una profundidad máxima de 5.40 m. Los ensayos de caracterización de laboratorio fueron ejecutados por medio de las normas ASTM D2216 y ASTM D2487.

## **3.3. TRABAJO REALIZADO**

### **3.3.1. Trabajo de campo**

En el sitio de estudio se realizaron cinco sondeos exploratorios utilizando el método SPT (ASTM D1586), con una profundidad máxima de prospección de 5.40 m y una prueba de infiltración según las especificaciones que se establecen en CFIA (2017) (ver Tabla 1 y Figura 2).



Tabla 1. Ubicación de las perforaciones SPT.

Identificación	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
SPT-1	5.25	0.55	1104492	606289
SPT-2	4.95	0.40	1104442	606247
SPT-3	5.40	0.30	1104478	606235
SPT-4	4.95	0.70	1104467	606194
SPT-5	3.80	0.50	1104511	606201
INF-1	0.90	-	1104475	606237

Figura 2. Ubicación de las prospecciones.



### 3.3.2. Ensayos de laboratorio

En la Tabla 2 se presentan los ensayos realizados en el laboratorio a las muestras alteradas extraídas durante la campaña de exploración.

Tabla 2. Ensayos de laboratorio.

Ensayo	Norma
Humedad natural	ASTM D2216
Límites de Atterberg	ASTM D4318
Análisis granulométrico	ASTM C136
Clasificación de suelos	ASTM D2487

### 3.3.3. Correlación e interacción con datos de geología del terreno.

Con base en el mapa geológico de Costa Rica, escala 1:400.000 (Denyer & Alvarado, 2007), el sitio donde se ubica el terreno corresponde con sedimentos continentales y de transición marina-costera del Cuaternario (Q). Se puede observar como la finca estudiada se encuentra muy cercana a una falla de rumbo (Figura 3).



Figura 3. Geología del área de estudio.

Desde el punto de vista sísmico, en CFIA (2014) se cataloga el sitio como Zona III, por lo que se pueden esperar aceleraciones pico efectivas entre 0.30g y 0.36g, según el tipo de suelo presente en la cimentación de la obra.

### 3.4. RESULTADOS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS

Con base en la información de las prospecciones de campo y resultados de laboratorio ejecutados, se puede concluir que el perfil estratigráfico típico del terreno está conformado por dos unidades geotécnicas (UG), las cuales se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Perfil estratigráfico del terreno.

Unidad geotécnica	Descripción
UG-1	Materiales de relleno y suelo orgánico, de consistencia blanda. Presenta una profundidad variable (observada en las perforaciones) de hasta 0.30 m.
UG-2	Arenas de consistencia variable, desde suelta hasta media, con valores típicos de $N_{SPT}$ entre 4 y 20. Presenta un espesor total desconocido.

Según las perforaciones SPT, el nivel freático se presenta a una profundidad variable, entre 0.30 m y 0.70 m. Esta situación no debe considerarse estable, ya que la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, de aportes artificiales (riegos), extracciones próximas (bombeos), mareas, entre otros.

### 3.5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS

#### 3.5.1. Capacidad soportante y de cimentación

En la Tabla 4 se presentan la variación de la capacidad soportante admisible calculada con base en el valor  $N_{SPT}$  en cada una de las perforaciones.

Tabla 4. Variación de la capacidad de soporte admisible neta (kPa) con la profundidad (FS=3).

Profundidad (m)	Capacidad de soporte admisible (kPa)				
	SPT-1	SPT-2	SPT-3	SPT-4	SPT-5
0.45	70	120	20	220	150
0.90	35	230	90	300	125
1.35	160	175	105	175	105
1.80	70	195	250	175	160
2.25	70	195	335	230	250
2.70	105	300	320	300	285
3.15	195	230	335	370	355
3.60	230	320	320	445	370
4.05	210	285	335	370	300
4.50	265	300	335	405	300
4.95	210	320	300	335	265
5.40			285		285
En rojo: capacidad de soporte menor a 100 kPa (10 ton/m <sup>2</sup> )					

Considerando la estratigrafía en los sondeos, se recomienda a los encargados del diseño estructural de la cimentación lo siguiente:

- Se sugiere utilizar un nivel de desplante mínimo de 1.0 m.
- Se recomienda utilizar un sistema cimentación convencional, constituido por placas aisladas o cimientos corridos, los cuales se deben colocar sobre una sustitución con un espesor mínimo de 0.40 m bajo el nivel de desplante. Debido al potencial de licuación que presentan las arenas (ver apartado 3.5.2), el sistema debe estar rigidizado utilizando vigas de amarre en el caso de usar placas aisladas.
- Alternativamente, se sugiere valorar la opción de cimentar las estructuras sobre una cimentación rígida, tipo losa flotante, con el objetivo principal de evitar asentamientos diferenciales durante la ocurrencia de sismos de alta intensidad. Este tipo de cimentación debe colocarse sobre un relleno de sustitución, con un espesor mínimo de 0.30 m.
- Para las sustituciones se recomienda utilizar un material granular tipo lastre, con un CBR de al menos 30%, la cual se debe compactar con el fin de

obtener el 95% de la densidad óptima del Ensayo Proctor Modificado (AASHTO T-180).

- El diseño estructural de cualquier solución de cimentación debe garantizar la capacidad de soporte admisible presentada en la Tabla 4.

### 3.5.2. Licuación

El fenómeno de licuación ocurre normalmente en presencia de arenas limpias o limos arenosos no plásticos, de compacidad suelta y con niveles freáticos altos, además de una determinada condición sísmica.

La licuación provoca que la estructura del material se distorsione, causando el colapso de los paquetes de granos y aumentando la presión de poros hasta anular los esfuerzos efectivos.

Considerando los criterios geológicos y geomorfológicos presentados en el apartado 8.1.4.1 del CCCR (2009), los depósitos presentes en la zona de estudio se consideran potencialmente licuables.

Mora y Yasuda (1994) reportan la ocurrencia del fenómeno de licuación en litologías similares a las estudiadas, en zonas cercanas al sitio analizado, durante el terremoto de Limón del 22 de abril de 1991. En este trabajo indican que los estratos que presentaron licuación corresponden con arenas finas, con una profundidad entre 4 y 10 m, donde el nivel freático estaba relativamente somero.

Denyer, Personius y Arias (1994), presentaron un mapa guía de los efectos geológicos del terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 (Figura 4), donde se observa como en el sitio de emplazamiento del dique no se reportó licuación durante este evento sísmico.

Considerando el criterio japonés de susceptibilidad ante la licuación por la granulometría de los materiales (OCDI, 1991), se observa como los suelos recuperados en las perforaciones se encuentran dentro de los límites para materiales muy fácilmente licuables (ver Figura 5).

Se calculó el factor de seguridad ante la licuación ( $F_{sL}$ ) por medio de la metodología propuesta por Youd et al. (2001). Para realizar este cálculo, se utilizaron los resultados de los SPT y los ensayos de laboratorio, así como una un sismo con una

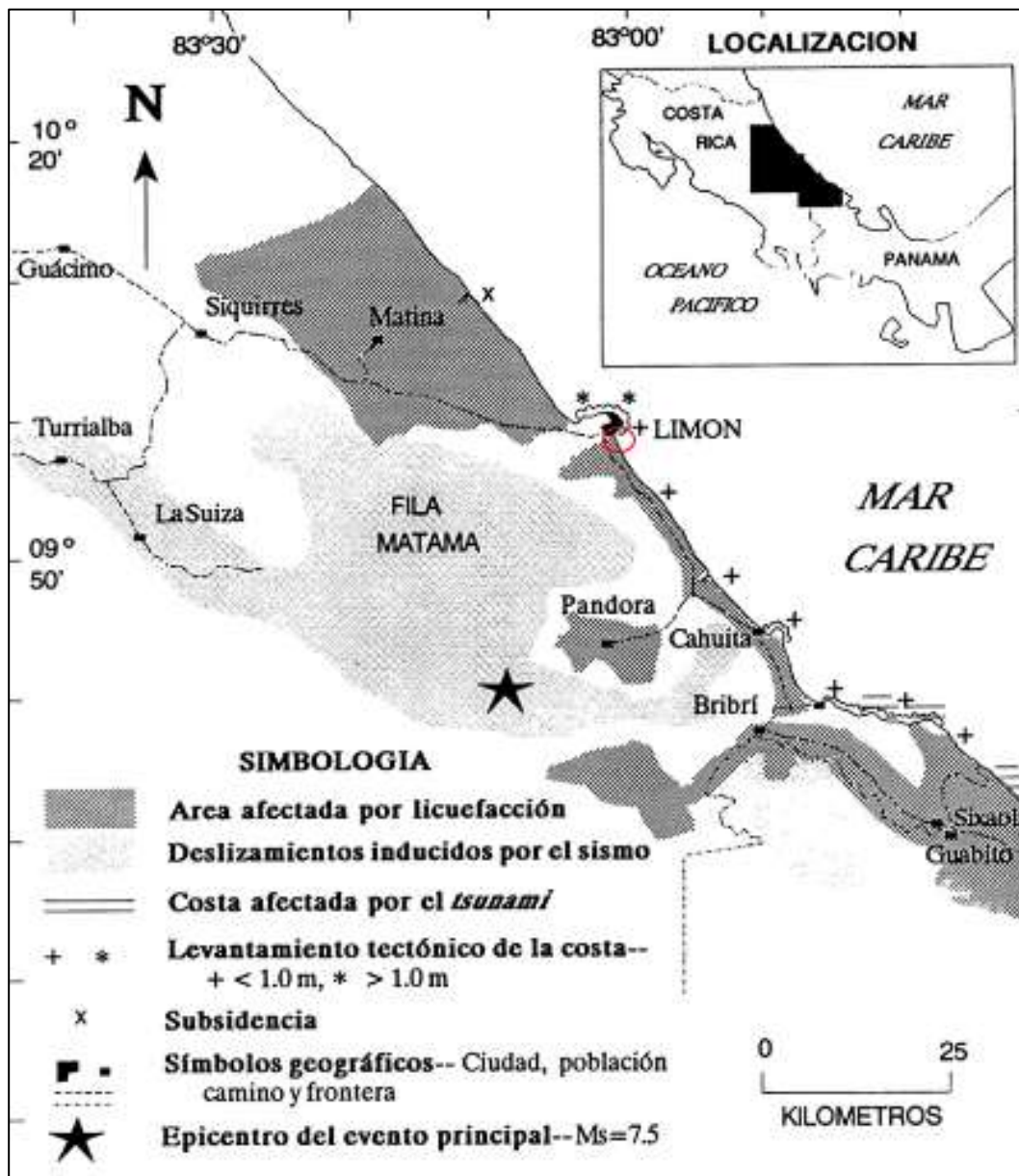
aceleración  $a_{max}/g=0.2$  y una magnitud  $M=7.5$ . En la Tabla 5 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los resultados obtenidos. Se clasificaron todos los estratos con FSL menor de 1.00 como potencialmente licuables.

Con base en los análisis realizados, se puede concluir que el sitio de emplazamiento de la obra presenta un potencial de licuación alto.

No se descarta la presencia de estratos potencialmente de licuables que se encuentren por debajo del nivel prospectado.

Para mitigar los posibles problemas que se pueden presentar debido a la licuación sobre la estructura, se sugiere atender las recomendaciones presentadas en el apartado 3.5.6.

Figura 4. Mapa guía de efectos geológicos del terremoto de Limón del 22 de abril de 1991 (Denyer, Personius y Arias, 1994). Rojo: zona del proyecto.



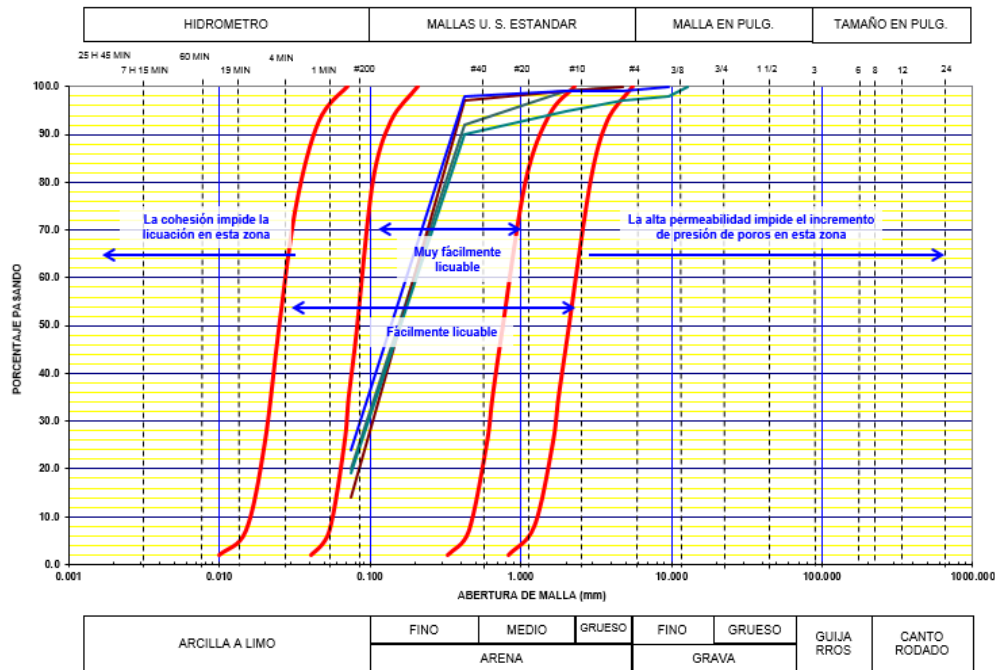


Figura 5. Criterio de licuación por granulometría (OCDI, 1991).

Tabla 5. Resultados del  $F_{SL}$  ante licuación.

Profundidad (m)	$F_{SL}$				
	SPT-1	SPT-2	SPT-3	SPT-4	SPT-5
0.00 – 0.45	0.41	0.55	0.33	0.90	0.61
0.45 – 0.90	0.28	0.78	0.36	0.97	0.39
0.90 – 1.35	0.48	0.53	0.35	0.48	0.32
1.35 – 1.80	0.27	0.54	0.70	0.45	0.40
1.80 – 2.25	0.26	0.52	0.94	0.57	0.62
2.25 – 2.70	0.31	0.80	0.86	0.75	0.70
2.70 – 3.15	0.49	0.59	0.89	0.95	0.89
3.15 – 3.60	0.58	0.82	0.82	1.27	0.93
3.60 – 4.05	0.59	0.80	1.00	1.09	0.81
4.05 – 4.50	0.71	0.82	0.95	1.21	0.77
4.50 – 4.95	0.54	0.83	0.78	0.83	0.63

En rojo:  $F_{SL}$  menor de 1.00



### **3.5.3. Asentamientos**

Con base en las características geomecánicas de los materiales presentes en el área de estudio, se estima que los asentamientos por consolidación no afectarán las estructuras que se pretenden construir.

Por otra parte, con base los resultados presentados en el apartado 3.5.2, es probable que se presenten asentamientos (totales y diferenciales) durante sismos de alta intensidad, producto de la licuación de las arenas. Para prevenir daños sobre las estructuras que se proyectan construir se sugiere seguir las recomendaciones presentadas en el apartado 3.5.6.

### **3.5.4. Limos colapsables y arcillas expansivas**

Con base en la investigación realizada, no se encontró en el sitio evidencias de la presencia de limos colapsables o arcillas con potencial expansivo.

### **3.5.5. Coeficiente sísmico según el Código Sísmico de Costa Rica.**

El proyecto se ubica en Zona Sísmica III, según establece la sección 2.1 del Código Sísmico de Costa Rica 2010 (CFIA, 2014). Por otro lado, los suelos estudiados se clasifican como tipo  $S_3$  por lo que la aceleración pico efectiva de diseño ( $a_{ef}$ ) para un período de retorno de 475 años, tendrá un valor de 0.36.

### **3.5.6. Conclusiones sobre cimentaciones para las obras.**

Con base en los resultados de la investigación geotécnica, se concluye lo siguiente:

- El perfil geotécnico típico del sitio está constituido por dos unidades geotécnicas: UG-1: Materiales de relleno, con una consistencia variable desde blanda hasta muy compacta, con valores típicos de  $N_{SPT}$  entre 2 y 30. Presenta una profundidad variable (observada en las perforaciones) de hasta 5.40 m. UG-2:
- El nivel freático se localiza a una profundidad entre 0.30 m y 0.70 m.
- Se sugiere utilizar un nivel de desplante mínimo de 1.0 m.

- Para la profundidad y el área cubiertas por este estudio, no se ha detectado la presencia de limos colapsables o arcillas expansiva.
- Las arenas presentes en el sitio presentan un alto potencial de licuarse durante sismos de alta intensidad.
- Se recomienda utilizar un sistema cimentación convencional, constituido por placas aisladas o cimientos corridos, los cuales se deben colocar sobre una sustitución con un espesor mínimo de 0.40 m bajo el nivel de desplate. Debido al potencial de licuación que presentan las arenas (ver apartado 3.5.2), el sistema debe estar rigidizado utilizando vigas de amarre en el caso de usar placas aisladas.
- Alternativamente, se sugiere valorar la opción de cimentar las estructuras sobre una cimentación rígida, tipo losa flotante, con el objetivo principal de evitar asentamientos diferenciales durante la ocurrencia de sismos de alta intensidad. Este tipo de cimentación debe colocarse sobre un relleno de sustitución, con un espesor mínimo de 0.30 m.
- Para las sustituciones se recomienda utilizar un material granular tipo lastre, con un CBR de al menos 30%, la cual se debe compactar con el fin de obtener el 95% de la densidad óptima del Ensayo Proctor Modificado (AASHTO T-180).
- El diseño estructural de cualquier solución de cimentación debe garantizar la capacidad de soporte admisible presentada en la Tabla 4.
- Se debe indicar que las consideraciones expuestas han sido deducidas de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto del terreno de estudio en las condiciones actuales del subsuelo; por ello, se recomienda la inspección en obra durante la excavación y la construcción de los cimientos, con el fin de verificar las características aparentes del terreno se corresponden con las que han servido de base a estas recomendaciones.
- La estructura se deberá diseñar y construir siguiendo las normas y especificaciones indicadas en el "Código de Cimentaciones de Costa Rica" y el "Código Sísmico de Costa Rica", considerando el terreno como tipo S<sub>3</sub> en zona III por lo que el coeficiente de aceleración  $a_{ef}$  debe ser tomado como 0.36.
- Durante el proceso constructivo deberá darse una inspección adecuada para verificar la capacidad de soporte de diseño.

### 3.5.7. Evaluación de estabilidad de taludes

El terreno en el que se ubica el AP presenta una topografía plana, con una pendiente menor del 15%, por lo que no se considera necesario realizar un estudio de estabilidad de taludes para el proyecto.

### 3.5.8. Parámetros para obras de retención y estructuras enterradas

Se recomienda utilizar los parámetros presentados en la Tabla 6 para el diseño de obras de retención y estructuras enterradas; para el cálculo de dichos coeficientes se utilizó la teoría desarrollada por Rankine.

Tabla 6. Estimación de parámetros de empuje.

Parámetro	UG-2	Relleno de lastre
Peso unitario, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18.0	20.0
Ángulo de fricción efectivo, $\phi$	30.0	35.0
Coefficiente de presión activa, $K_a$	0.33	0.27
Coefficiente de presión pasiva, $K_p$	3.00	3.69
Cohesión efectiva, $c'$ (kPa)	0.0	0.0

Se señala también la necesidad de construir drenajes en la parte posterior de estructuras de retención, con el fin de evitar que las mismas puedan ser cargadas por presiones hidrostáticas generadas por aguas provenientes desde los terrenos adyacentes.

Para el diseño de la cimentación de estructuras de retención se deberá verificar que la carga transmitida al terreno no sobrepase la capacidad de soporte admisible de acuerdo con lo recomendado en la Tabla 4.

### 3.5.9. Capacidad de infiltración del terreno

La prueba fue ejecutada según lo establece el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica (CFIA, 2017). La ubicación de la prueba se presenta en la Figura 2 y los resultados resumen en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados del ensayo de infiltración.

Prueba	Descripción visual del suelo	Tasa de infiltración (min/cm)
INF-1	Arena fina de color gris.	0.17

El resultado del ensayo indica que el terreno es apto para utilizar un sistema convencional de tratamiento de aguas negras, por medio de un tanque séptico y zanjas de drenaje.

Sin embargo, debe valorarse la profundidad del nivel freático (0.30 m a 0.70 m) y la alta permeabilidad del medio a la hora tomar la decisión de utilizar este tipo de sistema para el tratamiento de las aguas residuales.

La tasa de infiltración que debe utilizarse en los cálculos es 0.17 min/cm, asociada a una velocidad de infiltración ( $V_p$ ) de  $3.50E-6$  m/s. La longitud de drenaje para el tanque séptico debe ser de 2 m/persona, considerando en el cálculo una zanja con un ancho de 0.60 m y 0.60 m de grava bajo el tubo filtrante, con una separación mínima entre zanjas de 2.50 m.

Se debe indicar que el cálculo de los drenajes fue realizado considerando una dotación de 250 l/persona/día. En caso de considerarse una dotación distinta, los datos indicados anteriormente deben ser recalculados.

### **3.6. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

#### **3.6.1. Aplicabilidad de los resultados.**

Los resultados presentados en el presente informe pueden utilizarse en las etapas de factibilidad, diseño básico y diseño final de la cimentación de la obra civil que se proyecta construir en el área de proyecto.

#### **3.6.2. Tareas pendientes para fases posteriores del proyecto.**

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de la tensión admisible considerada e idoneidad del tipo de cimentación deberán ser aprobadas en último término por el diseñador de la obra.

El nivel de apoyo de la cimentación deberá ser supervisado por un profesional especialista en geotecnia. Se debe verificar durante la construcción que la cimentación se apoye en condiciones homogéneas, alcanzando como mínimo en el nivel geotécnico considerado. Se recomienda realizar una verificación con ensayos mediante penetrómetros manuales ejecutados directamente sobre el fondo de las excavaciones de las cimentaciones.

### **3.6.3. Incertidumbres no resueltas.**

Las perforaciones obtienen información puntual sobre la profundidad de las distintas capas de materiales, por lo que no se puede descartar que los espesores de los materiales encontrados puedan variar en otros puntos del terreno. Debido a lo anterior, se recomienda ejecutar una inspección en obra durante la construcción de la cimentación, con el fin de verificar que las características aparentes del terreno se corresponden con las que han servido de base a este informe.

### **3.6.4. Conclusión general sobre la viabilidad geotécnica del terreno en virtud de la obra a desarrollar.**

Con base en los resultados de las prospecciones, ensayos de campo y laboratorio, así como los análisis realizados, se concluye que es viable desde el punto de vista geotécnico desarrollar la obra en el sitio estudiado, siempre y cuando se cumplan con las recomendaciones presentadas en este informe técnico.

### 3.7. Referencias Bibliográficas

- Asociación Costarricense de Geotecnia (ACG). 2009. Código de cimentaciones de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- ACG. 2015. Código geotécnico de taludes y laderas de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA). 2014. Código sísmico de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- CFIA. 2017. Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- Denyer, P. & Alvarado, G.E. 2007. Mapa Geológico de Costa Rica – Escala 1:400.000. Librería Francesa, San José, Costa Rica.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI). 1991. Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan. Japan: Ports and Harbours Bureau, Ministry of Transport.
- Mora, S., Yasuda, S. 1994. Licuefacción de suelos y fenómenos asociados durante el Terremoto de Limón. Rev. Geol. Amér. Central, Vol.Espec. Terremoto de Limón 22 de abril de 1991: 121-132.
- Youd, T. L., et al. 2001. Liquefaction resistance of soils: Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 127(10), 817–833.

### 3.8. ANEXOS

#### 3.8.1. Registros SPT

PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)		NORMA		ASTM D 1586	
PROYECTO: <b>TERMINAL PESQUERA LIMÓN</b>		APLICABLES		ASTM-D 1587, 1140	
UBICACIÓN: CIENEGUITA				ASTM-D 2488, 2166, 4220, 4318	
PERFORACIÓN: <b>1</b>				ASTM-D 4643, 2487, 2216	
PROF. TOTAL: 5.25 m		Consecutivo: SPT-87-2019		Coordenadas CRTM-05	
FECHA DE INICIO: 05/10/2019				Este: 606288.94	
FINALIZACIÓN: 05/10/2019				Norte: 1104492.03	
Técnico: Raúl Sibaja- Mario Sibaja- Bryan González				Elevación 1.0 m	
OBSERVACIONES: (*)					

Intervalos Metros	Muestra	Prof. (cm)			N	Rec. (cm)	Descripción visual del suelo	
		15	30	45				
0.00	0.30						0.30 m a 5.25 m: Depósitos de arena media y fina de color gris claro y gris oscuro. Se observan trozos de madera y materia orgánica en toda la profundidad del sondeo. El nivel freático se observa a los 0.55 m de profundidad, el cual concuerda con el nivel medio del mar. De 0.30 m a 3.00 m, el material presenta una consistencia suelta, a partir de 3.00 m es de consistencia media a compacta.	
0.30	0.75	MS-01	2	2	2	4		31
0.75	1.20	MS-01	3	1	1	2		42
1.20	1.65	MS-02	3	5	4	9		45
1.65	2.10	MS-03	2	2	2	4		38
2.10	2.55	MS-03	2	2	2	4		30
2.55	3.00	MS-04	2	2	4	6		38
3.00	3.45	MS-04	5	5	6	11		32
3.45	3.90	MS-05	6	6	7	13		25
3.90	4.35	MS-06	5	6	6	12		38
4.35	4.80	MS-06	6	7	8	15		35
4.80	5.25	MS-06	7	6	6	12		35

		N.F. =	0.55 m
--	--	--------	--------

<b>Simbología:</b>			
N: Valor N de SPT recuperación	PM: Peso del mazo	N.F.: Nivel freático	Rec.: cm de

PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)		NORMA		ASTM D 1586	
PROYECTO: <b>TERMINAL PESQUERA LIMÓN</b>		APLICABLES		ASTM-D 1587, 1140	
UBICACIÓN: CIENEGUITA				ASTM-D 2488, 2166, 4220, 4318	
PERFORACIÓN: <b>2</b>				ASTM-D 4643, 2487, 2216	
PROF. TOTAL: 4.95 m		Consecutivo: SPT-88-2019		Coordenadas CRTM-05	
FECHA DE INICIO: 05/10/2019		Este:		606247.52	
FINALIZACIÓN: 05/10/2019		Norte:		1104442.45	
Técnico: Raúl Sibaja- Mario Sibaja- Bryan González		Elevación		1.0 m	
OBSERVACIONES: (*).					

Intervalos Metros	Muestra	Prof. (cm)			N	Rec. (cm)	Descripción visual del suelo
		15	30	45			
0.00	0.45	1	3	4	7	40	0.10 m a 4.95 m: Depósitos de arena media y fina de color gris claro y gris oscuro. Se observan trozos de madera y materia orgánica hasta 1.0 m del sondeo. El nivel freático se observa a los 0.40 m de profundidad, el cual concuerda con el nivel medio del mar. De 0.30 m a 0.45 m, el material presenta una consistencia suelta, a partir de 0.45 m es de consistencia media a compacta.
0.45	0.90	5	6	7	13	25	
0.90	1.35	5	5	5	10	35	
1.35	1.80	4	5	6	11	23	
1.80	2.25	5	6	5	11	33	
2.25	2.70	5	7	10	17	28	
2.70	3.15	9	6	7	13	45	
3.15	3.60	6	9	9	18	36	
3.60	4.05	9	8	8	16	35	
4.05	4.50	8	8	9	17	20	
4.50	4.95	8	10	8	18	45	
4.95	5.40						

		N.F. = 0.40 m	
--	--	---------------	--

<b>Simbología:</b>			
N: Valor N de SPT recuperación	PM: Peso del mazo	N.F.: Nivel freático	Rec.: cm de





PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)		NORMA		ASTM D 1586	
PROYECTO: <b>TERMINAL PESQUERA LIMÓN</b>		APLICABLES		ASTM-D 1587, 1140	
UBICACIÓN: CIENEGUITA				ASTM-D 2488, 2166, 4220, 4318	
PERFORACIÓN: <b>3</b>				ASTM-D 4643, 2487, 2216	
PROF. TOTAL: 5.40 m		Consecutivo: SPT-89-2019		Coordenadas CRTM-05	
FECHA DE INICIO: 05/10/2019		Este:		606234.74	
FINALIZACIÓN: 05/10/2019		Norte:		1104477.7	
Técnico: Raúl Sibaja- Mario Sibaja- Bryan González		Elevación		1.0 m	
OBSERVACIONES: (*)					


Intervalos Metros	Muestra	Prof. (cm)			N	Rec. (cm)	Descripción visual del suelo	
		15	30	45				
0.00	0.45	0	0	1	1	15	0.30 m a 5.40 m: Depósitos de arena media y fina de color gris claro. El nivel freático se observa a los 0.30 m de profundidad, el cual concuerda con el nivel medio del mar. De 0.30 m a 1.35 m, el material presenta una consistencia suelta, a partir de 1.35 m es de consistencia media a compacta.	
0.45	0.90	MS-11	1	3	2	5		45
0.90	1.35	MS-11	3	3	3	6		34
1.35	1.80		5	5	9	14		30
1.80	2.25	MS-12	10	11	8	19		38
2.25	2.70		8	9	9	18		35
2.70	3.15		11	10	9	19		45
3.15	3.60		7	9	9	18		17
3.60	4.05		9	10	9	19		32
4.05	4.50		7	8	11	19		25
4.50	4.95		8	8	9	17		28
4.95	5.40		9	9	7	16		40

N.F. = 0.30 m	
---------------	--

<b>Simbología:</b>			
N: Valor N de SPT recuperación	PM: Peso del mazo	N.F.: Nivel freático	Rec.: cm de

PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)		NORMA		ASTM D 1586			
PROYECTO:		<b>TERMINAL PESQUERA LIMÓN</b>		APLICABLES			
UBICACIÓN:		CIENEGUITA		ASTM-D 2488, 2166, 4220, 4318			
PERFORACIÓN:		4		ASTM-D 4643, 2487, 2216			
PROF. TOTAL:		4.95 m		Consecutivo: SPT-90-2019			
				Coordenadas CRTM-05			
FECHA DE INICIO:		05/10/2019		Este: 606194.37			
FINALIZACIÓN:		05/10/2019		Norte: 1104466.76			
Técnico:		Raúl Sibaja- Mario Sibaja- Bryan González		Elevación 1.50 m			
OBSERVACIONES: (*).							
							
Intervalos Metros	Muestra	Prof. (cm)			N	Rec. (cm)	Descripción visual del suelo
		15	30	45			
0.00	0.45		5	7	6	13	0.0 m a 4.95 m: Depósitos de arena media y fina de color gris claro. El nivel freático se observa a los 0.70 m de profundidad, el cual concuerda con el nivel medio del mar. El material presenta una consistencia media a compacta. Se observan algunos trozos de madera y material orgánico.
0.45	0.90	MS-13	7	7	10	17	
0.90	1.35	MS-14	4	4	6	10	
1.35	1.80	MS-14	3	4	6	10	
1.80	2.25	MS-14	6	6	7	13	
2.25	2.70		7	8	9	17	
2.70	3.15		10	10	11	21	
3.15	3.60	MS-15	12	13	12	25	
3.60	4.05		9	9	12	21	
4.05	4.50		9	11	12	23	
4.50	4.95		12	10	9	19	
						N.F. =	0.70 m
<b>Simbología:</b>							
N: Valor N de SPT recuperación		PM: Peso del mazo		N.F.: Nivel freático		Rec.: cm de	

PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)		NORMA		ASTM D 1586	
PROYECTO: <b>TERMINAL PESQUERA DE LIMÓN</b>		APLICABLES		ASTM-D 1587, 1140	
UBICACIÓN: <b>CIENEGUITA</b>				ASTM-D 2488, 2166, 4220, 4318	
PERFORACIÓN: <b>5</b>				ASTM-D 4643, 2487, 2216	
PROF. TOTAL: <b>5.40 m</b>		Consecutivo: SPT-91-2019		Coordenadas CRTM-05	
FECHA DE INICIO: <b>06/10/2019</b>		Este:		606200.85	
FINALIZACIÓN: <b>06/10/2019</b>		Norte:		1104510.84	
Técnico: <b>Raúl Sibaja- Mario Sibaja- Bryan González</b>		Elevación		0.50 m	
OBSERVACIONES: (*).					

Intervalos Metros	Muestra	Prof. (cm)			N	Rec. (cm)	Descripción visual del suelo	
		15	30	45				
0.00	0.45		2	4	5	9	40	0.0 m a 0.25 m: Material orgánico.  0.25 m a 5.40 m: Depósitos de arena media y fina de color gris claro. El nivel freático se observa a los 0.50 m de profundidad, el cual concuerda con el nivel medio del mar. El material presenta una consistencia media hasta los 1.80 m. De 1.80 m a 5.40 m el material presenta una consistencia compacta. Se observan algunos trozos de madera y material orgánico.
0.45	0.90	MS-16	4	3	4	7	33	
0.90	1.35	MS-16	3	3	3	6	35	
1.35	1.80		5	3	6	9	28	
1.80	2.25	MS-17	6	6	8	14	34	
2.25	2.70	MS-17	6	8	8	16	30	
2.70	3.15	MS-18	10	11	9	20	35	
3.15	3.60	MS-18	10	10	11	21	42	
3.60	4.05	MS-18	8	8	9	17	43	
4.05	4.50		8	9	8	17	42	
4.50	4.95		8	7	8	15	45	
4.95	5.40		7	7	9	16	44	
						N.F. = 0.50 m		

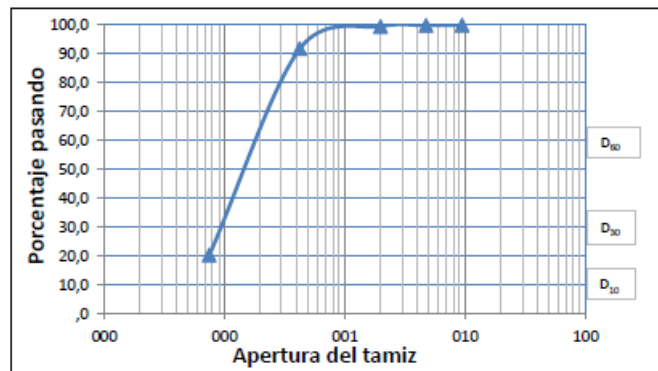
<b>Simbología:</b>			
N: Valor N de SPT recuperación	PM: Peso del mazo	N.F.: Nivel freático	Rec.: cm de

### 3.8.2. Registros Laboratorio

#### SPT-2 – MS-08

##### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Peso de la muestra, W (g)		542,11			
Ap (mm)	# Tamiz	W <sub>ret</sub> (g)	% Ret	% Ret. A	% Pas
76,200	3"				
50,800	2"				
38,100	1 1/2"				
25,400	1"				
19,100	3/4"				
12,700	1/2"				
9,520	3/8"	0	0,0	0,0	100
4,760	4	0,66	0,1	0,1	100
2,000	10	2,07	0,4	0,5	99
0,425	40	41,77	7,7	8,2	92
0,075	200	388,26	71,6	79,8	20



##### Resumen de información

D <sub>60</sub> (mm)		Coefficiente de Uniformidad (Cu)	
D <sub>30</sub> (mm)		Coefficiente de Curvatura (Cc)	
D <sub>10</sub> (mm)		Gravedad Específica (Gs)	
Grava	0	Límite Líquido (LL)	
Arena	80	Límite Plástico (LP)	
Finos	20	Índice de Plasticidad (IP)	
%W <sub>ret</sub>	28%	Clasificación SUCS	SC
Nombre del grupo	Arena limos		
Pesos Volumétricos	Peso volumétrico Total ( $\gamma_t$ ) (g/cm <sup>3</sup> )		
	Peso volumétrico Seco ( $\gamma_s$ ) (g/cm <sup>3</sup> )		

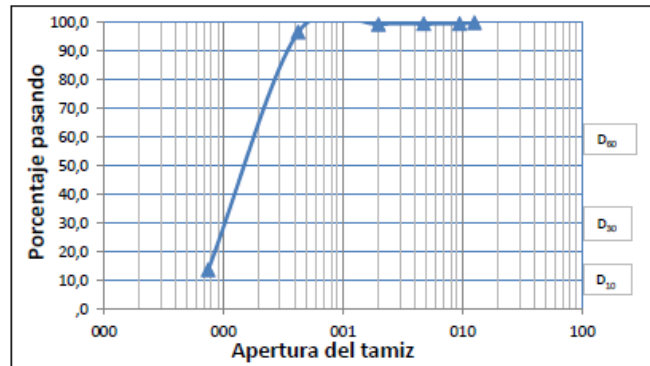
##### Observaciones:

SPT #2, 1,35 M A 2,25 M MS-08

## SPT-2 – MS-11

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Peso de la muestra, W (g)		517,75			
Ap (mm)	# Tamiz	W <sub>ret</sub> (g)	% Ret	% Ret. A	% Pas
76,200	3"				
50,800	2"				
38,100	1 1/2"				
25,400	1"				
19,100	3/4"				
12,700	1/2"	0	0,0	0,0	100
9,520	3/8"	1,97	0,4	0,4	100
4,760	4	0,28	0,1	0,4	100
2,000	10	0,77	0,1	0,6	99
0,425	40	14,07	2,7	3,3	97
0,075	200	430,16	83,1	86,4	14



### Resumen de información

D <sub>50</sub> (mm)		Coefficiente de Uniformidad (Cu)	
D <sub>30</sub> (mm)		Coefficiente de Curvatura (Cc)	
D <sub>10</sub> (mm)		Gravedad Específica (Gs)	
Grava	0	Límite Líquido (LL)	
Arena	86	Límite Plástico (LP)	
Finos	14	Índice de Plasticidad (IP)	
%W <sub>ret</sub>	37%	Clasificación SUCS	SM
Nombre del grupo	Arena Limosa		
Pesos Volumétricos	Peso volumétrico Total (γ <sub>t</sub> ) (g/cm <sup>3</sup> )		
	Peso volumétrico Seco (γ <sub>s</sub> ) (g/cm <sup>3</sup> )		

### Observaciones:

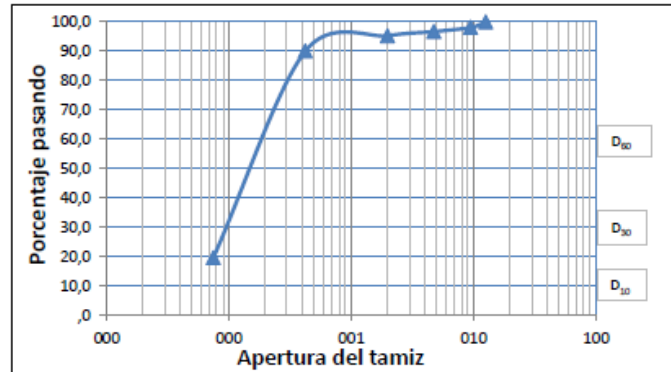
SPT #2, 0,45 M A 1,80 M MS-11

El material no presenta plasticidad

## SPT-3 – MS-15

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Peso de la muestra, W (g)		600,52			
Ap (mm)	# Tamiz	W <sub>ret</sub> (g)	% Ret	% Ret. A	% Pas
76,200	3"				
50,800	2"				
38,100	1 1/2"				
25,400	1"				
19,100	3/4"				
12,700	1/2"	0	0,0	0,0	100
9,520	3/8"	11,83	2,0	2,0	98
4,760	4	8,24	1,4	3,3	97
2,000	10	8,49	1,4	4,8	95
0,425	40	31,26	5,2	10,0	90
0,075	200	423,60	70,5	80,5	19



### Resumen de información

D <sub>60</sub> (mm)		Coefficiente de Uniformidad (Cu)	
D <sub>30</sub> (mm)		Coefficiente de Curvatura (Cc)	
D <sub>10</sub> (mm)		Gravedad Específica (Gs)	
Grava	3	Límite Líquido (LL)	
Arena	77	Límite Plástico (LP)	
Finos	19	Índice de Plasticidad (IP)	
%W <sub>nat</sub>	25%	Clasificación SUCS	SM
Nombre del grupo	Arena Limosa		
Pesos Volumétricos	Peso volumétrico Total ( $\gamma_t$ ) (g/cm <sup>3</sup> )		
	Peso volumétrico Seco ( $\gamma_s$ ) (g/cm <sup>3</sup> )		

### Observaciones:

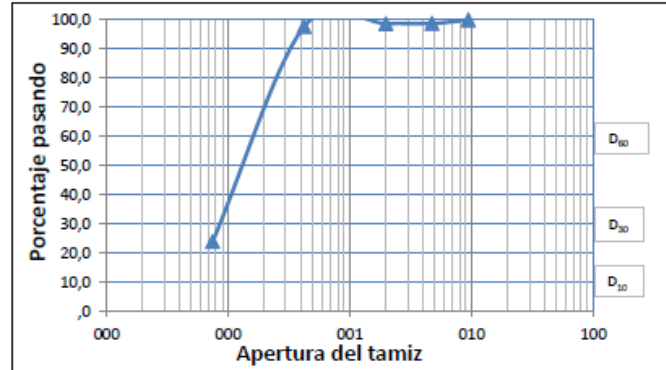
SPT #3, 0,45 M A 1,35 M MS-15

El material no presenta plasticidad

### SPT-4 – MS-13

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Peso de la muestra, W (g)		536,14			
Ap (mm)	# Tamiz	W <sub>ret</sub> (g)	% Ret	% Ret. A	% Pas
76,200	3'				
50,800	2"				
38,100	1 1/2"				
25,400	1"				
19,100	3/4"				
12,700	1/2"				
9,520	3/8"	0	0,0	0,0	100
4,760	4	6,76	1,3	1,3	99
2,000	10	0,23	0,0	1,3	99
0,425	40	5,07	0,9	2,2	98
0,075	200	396,48	74,0	76,2	24



#### Resumen de información

D <sub>50</sub> (mm)		Coefficiente de Uniformidad (Cu)	
D <sub>30</sub> (mm)		Coefficiente de Curvatura (Cc)	
D <sub>10</sub> (mm)		Gravedad Específica (Gs)	
Grava	1	Límite Líquido (LL)	
Arena	75	Límite Plástico (LP)	
Finos	24	Índice de Plasticidad (IP)	
%W <sub>ret</sub>	23%	Clasificación SUCS	SM
Nombre del grupo	Arena Limosa		
Pesos Volumétricos	Peso volumétrico Total ( $\gamma_t$ ) (g/cm <sup>3</sup> )		
	Peso volumétrico Seco ( $\gamma_s$ ) (g/cm <sup>3</sup> )		

#### Observaciones:

SPT #4, 2,70 M A 4,05 M MS-13

El material no presenta plasticidad

#### 4. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

##### PROYECTO

Terminal Pesquera Limón

##### LOCALIZACIÓN

**Provincia:** Limón

**Cantón:** Limón

**Distrito:** Limón

##### DATOS DEL DESARROLLADOR

Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura INCOPECA

##### DATOS DEL O LOS PROFESIONAL (ES) QUE ELABORAN LOS ESTUDIOS

##### PROFESIONAL QUE ELABORA

**Nombre del profesional:** Pablo Morales Jiménez



#### 4.1. USO DE LA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS DEL FORMULARIO D1

Se procede a explicar el uso y valoración de la matriz de impactos para la aplicación del formulario D1, posteriormente a esto se adjuntan los resultados de cada uno de los impactos evaluados

El instrumento de evaluación ambiental D1 cuenta con una matriz de valoración de impactos la cual dará como resultado el puntaje de la Significancia de Impacto Ambiental (SIA). Esta puntuación será clave en la categorización del proyecto evaluado, ya sea tipo A, B<sub>1</sub> o B<sub>2</sub>.

La Terminal Pesquera de Limón obtuvo un puntaje final de la SIA de 119 y por tanto quedó dentro de la categoría de proyecto tipo B<sub>2</sub> para lo cual el procedimiento que se debe presentar en SETENA para la evaluación ambiental es la Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.

En cuanto a la valoración otorgada para cada impacto para llegar a un valor final de la SIA, a continuación, se presenta un análisis del procedimiento que se debe llevar a cabo para el llenado de la matriz de evaluación del Formulario D1.

En primera instancia, los factores que componentes que pueden verse afectados por el proyecto se agrupan se trabajan por separado para ir determinando posibles impactos para cada uno de ellos, de esta manera existen las siguientes categorías:

- Consumo y/ o afectación de Energía, suelo y biotopos.
- Impactos en el agua, aire y suelo.
- Factores humanos (sociales, culturales, vialidad).
- Otros riesgos como manejo de sustancias peligrosas.

Una vez separados los factores principales, la matriz señala impactos relacionados con cada uno y el evaluador debe dar una puntuación de 1 a 5 según sea el caso específico del proyecto, en donde 1 será la afectación menor y 5 la afectación mayor. Este puntaje será multiplicado a su vez por un factor de Marco Regulatorio para darle una mayor importancia a cada impacto de acuerdo con su fragilidad.

A manera de ejemplo, para el proyecto de la Terminal Pesquera de Cuajiniquil, se tiene que, en el componente de Biotopos, **no tendrá una afectación a la flora y/o fauna**, por lo cual se le otorga una puntuación de 1, según indica la matriz (ver ejemplo en figura 1). Este puntaje de 1 es multiplicado por 2 de acuerdo con el Marco regulatorio, por lo que la puntuación final para el componente es de 4 puntos para la fauna y 4 puntos para la flora.

De esta forma se realiza el ejercicio de valoración de los impactos, para lo cual se debe tener previo conocimiento de las principales características del proyecto tales como metros cuadrados de construcción, ubicación geográfica, descripción de la actividad a realizar, distribución de las obras de infraestructura.


Componente/ Subcomponente	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor =5)	y	Marco regulatorio (z)					X= z*y	
							a	b	c	d	e		
2.1. Agua	2.1.1 Acueducto público existente.	Consumo de agua no supera los 50 m <sup>3</sup> /mes.		Consumo de agua entre 50 y 200 m <sup>3</sup> /mes.		Consumo de agua mayor a los 200 m <sup>3</sup> /mes.	3			3			9,00
	2.1.2 Superficial.		Consumo de agua no supera el 25% del caudal remanente.	Consumo de agua es mayor al 25% y menor al 50% del caudal remanente	Consumo de agua es mayor al 50% y menor al 100% del caudal remanente.	Consumo mayor que el caudal remanente.	0				2		0,00
	2.1.3 Subterránea.		Consumo de agua no supera los 50 m <sup>3</sup> /día.	Consumo de agua entre 50 y 200 m <sup>3</sup> /día.	Consumo de agua mayor a los 200 y menor a 500 m <sup>3</sup> /día.	Consumo de agua mayor a los 500 m <sup>3</sup> /día.	0				2		0,00
2.2. Suelo	2.2.1 Modificación de uso	No se produce modificación de uso.				Se produce modificación de uso.	5			3			15,00
2.3. Energía	2.3.1 Autobastecimiento.	2.3.1.1 Bio-combustibles.	Se generarán menos de 240 Mwh/año.	Se generarán más de 240 y menos de 2500 Mwh/año.	Se generarán más de 2500 y menos de 5000 Mwh/año.	Se generarán más de 5000 y menos de 10000 Mwh/año.	Se generarán más de 10000 Mwh/año.	0			3		0,00
		2.3.1.2 Combustibles fósiles.	Se generarán menos de 240 Mwh/año.	Se generarán más de 240 y menos de 500 Mwh/año.	Se generarán más de 500 y menos de 1200 Mwh/año.	Se generarán más de 1200 y menos de 2400 Mwh/año.	Se generarán más de 2400 Mwh/año.	0			3		0,00
	2.3.2 Abastecimiento externo.	Se consumirán menos de 240 Mwh/año, o 360.000 litros de combustible por año, o 12 T.J/año.		Se consumirán más de 240 y menos de 1200 Mwh/año, o más de 360.000 L y menos de 1800.000 L de combustible por año, o más de 12 o menos de 60 T.J/año.		Se consumirán más de 1200 Mwh/año, o 1.800.000 L de combustible por año, o de 60 T.J/año.	1				2		2,00
2.4. Biotopos	2.4.1 Fauna.	No hay afectación.		Hay afectación.		Hay afectación a especies en peligro, indicadoras o con poblaciones reducidas.	1				2		4,00
	2.4.2 Flora.	No hay afectación.	Si hay afectación de flora pero no eliminación de árboles.	Se eliminan árboles aislados en área sin cobertura boscosa.	Se eliminan parches arbóreos en sitios menores de 2 ha.	El desarrollo de la actividad, obra o proyecto implica la corta de árboles en áreas con cobertura boscosa.	3				2		12,00

Una vez evaluado cada uno de los 32 impactos con los que cuenta la matriz, la nota obtenida (Valor preliminar de SIA) en el formulario debe ser ponderada por otros factores para obtener la calificación final que servirá de criterio para la clasificación según la Significancia del impacto ambiental (SIA). (ver figura 2)

Estos factores están relacionados con la ubicación geográfica del área del proyecto para conocer si se encuentra dentro de un Área Silvestre Protegida o áreas ambientalmente frágiles tales como humedales o zonas de bosque. Además, se contempla si la actividad a evaluar cuenta con normativa específica que la regule. Como se mencionó anteriormente, con este puntaje final (99.8) se categoriza el proyecto y se determina el tipo de procedimiento que deberá seguir la evaluación ambiental. (Ver figura 3).

5. CRITERIOS DE PONDERACIÓN		setena		PUNTAJE PRELIMINAR	
calificación final que servirá de criterio para la clasificación según la Significancia del impacto ambiental (SIA) que se indica en este documento.					
Valor preliminar de SIA, es decir la sumatoria de todos los valores individuales ( $\Sigma$ )		158,00			
Según las regulaciones aplicables a la operación de la actividad, obra o proyecto					
2.a Con Reglamento específico en materia ambiental que regule la actividad, obra o proyecto (p). Se multiplica la sumatoria de SIA ( $\Sigma$ ) por un factor de 1 =	1	Decreto Ejecutivo No. _____	3. Sin Reglamento específico en materia ambiental (p) que regule la operación, se multiplica la sumatoria ( $\Sigma$ ) de SIA por un factor de 2 =		2
2.b Con compromiso del desarrollador a adherirse voluntariamente a una norma o guía ambiental de construcción y operación, según corresponda que exista para la actividad, obra o proyecto que se plantea en el D1(p). Dicha norma o guía ambiental será de acatamiento obligatorio para el desarrollador, en lo que corresponda, desde el momento en que la SETENA le otorga la viabilidad ambiental. En este caso se multiplica la sumatoria de SIA ( $\Sigma$ )	0,75				
4. Valor de SIA ajustado por regulaciones ( $SIA_R$ ) =		118,5			
Clasificación del área según la zona de ubicación del proyecto ( $\beta$ )					
5. Localización autorizada por Plan Regulador u otra planificación ambiental de uso del suelo, aprobados por la SETENA, incluyendo la variable ambiental según la metodología establecida por la SETENA. Se multiplica el valor de $SIA_R$ por un	0,5	6. Localización autorizada por Plan Regulador NO aprobado por SETENA. Se multiplica el valor de $SIA_R$ por un valor de 1,0 =			1
7. Localización en área sin Plan Regulador. Se multiplica el valor de $SIA_R$ por un valor de 1,5 =	1,5	8. Localización en área ambientalmente frágil, excepto que este contemplado en el numeral 5. Se multiplica el valor de $SIA_R$ por un valor de 2 =			2
Nota: Deberá brindarse la cita correcta del Plan Regulador o del Plan Ambiental de Uso del Suelo a que se refiere.					
9. Calificación final de la SIA:		119			
10. Clasificación en función de la calificación final y que establece el procedimiento en SETENA, según la ruta de decisión.					
Tipo	Nota	Procedimiento			
A	Mayor que 1000.	Estudio de Impacto Ambiental.			
B <sub>1</sub>	Mayor que 300 y menor o igual que 1000.	Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental.			
B <sub>2</sub>	Menor o igual que 300.	Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.			

**10. Clasificación en función de la calificación final y que establece el procedimiento en SETENA, según la ruta de decisión.**

Tipo	Nota	Procedimiento
A	Mayor que 1000.	Estudio de Impacto Ambiental.
B <sub>1</sub>	Mayor que 300 y menor o igual que 1000.	Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental.
B <sub>2</sub>	Menor o igual que 300.	Declaración Jurada de Compromisos Ambientales. 

**Figura 3. En la figura se muestra las opciones de procedimientos de evaluación ambiental que determina la legislación de acuerdo con el puntaje final de la SIA**

De esta forma, se tiene que el proyecto de la Terminal Pesquera de Cuajiniquil es un proyecto de bajo impacto ambiental y por lo tanto no requiere de un estudio más exhaustivo para su evaluación. Según la normativa vigente, para obtener la Viabilidad Ambiental del Proyecto se debe presentar el Formulario D1 acompañado de una Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.

El formulario D1 irá acompañado de los estudios técnicos complementarios (Geología, Arqueología, Biología e Ingeniería Civil) los cuales para el proyecto en mención ya han sido concluidos.

Es importante tomar en consideración, que según lo que establece la normativa costarricense, el proyecto a evaluar no tiene que contar con planos finales de construcción para llevar a cabo el proceso de evaluación ambiental, sino que se requiere de un diseño de sitio que refleje las características descritas en el párrafo anterior, únicamente.

## 4.2. EVALUACION AMBIENTAL INICIAL. CONSUMO / AFECTACIÓN




### EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL 2. CONSUMO / AFECTACIÓN

Nota importante: en caso de la casilla que se esté llenando no aplique para la actividad, obra o proyecto en análisis se colocará un "cero" en la casilla "y" correspondiente

Componente/ Subcomponente	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor = 5)	y	Marco regulatorio (z)					X= z*y	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto
							a	b	c	d	e			
2.1. Agua	2.1.1 Acueducto público existente.	Consumo de agua no supera los 50 m <sup>3</sup> /mes.		Consumo de agua entre 50 y 200 m <sup>3</sup> /mes.		Consumo de agua mayor a los 200 m <sup>3</sup> /mes.	3			3		9,00		9,00
	2.1.2 Superficial.		Consumo de agua no supera el 25% del caudal remanente.	Consumo de agua es mayor al 25% y menor al 50% del caudal remanente	Consumo de agua es mayor al 50% y menor al 100% del caudal remanente.	Consumo mayor que el caudal remanente.	0			2		0,00		
	2.1.3 Subterránea.		Consumo de agua no supera los 50 m <sup>3</sup> /día.	Consumo de agua entre 50 y 200 m <sup>3</sup> /día.	Consumo de agua mayor a los 200 y menor a 500 m <sup>3</sup> /día.	Consumo de agua mayor a los 500 m <sup>3</sup> /día.	0			2		0,00		
2.2. Suelo	2.2.1 Modificación de uso	No se produce modificación de uso.				Se produce modificación de uso.	5			3		15,00		15,00
2.3. Energía	2.3.1 Autoabastecimiento.	2.3.1.1 Bio-combustibles.	Se generarán menos de 240 Mwh/año.	Se generarán más de 240 y menos de 2500 Mwh/año.	Se generarán más de 2500 y menos de 5000 Mwh/año.	Se generarán más de 5000 y menos de 10000 Mwh/año.	Se generarán más de 10000 Mwh/año.	0		3		0,00		0,00
		2.3.1.2 Combustibles fósiles.	Se generarán menos de 240 Mwh/año.	Se generarán más de 240 y menos de 500 Mwh/año.	Se generarán más de 500 y menos de 1200 Mwh/año.	Se generarán más de 1200 y menos de 2400 Mwh/año.	Se generarán más de 2400 Mwh/año.	0		3		0,00		
	2.3.2 Abastecimiento externo.	Se consumirán menos de 240 Mwh/año, o 360.000 litros de combustible por año, o 12 TJ/año.		Se consumirán más de 240 y menos de 1200 Mwh/año, o más de 360.000 L y menos de 1800.000 L de combustible por año, o más de 12 o menos de 60 TJ/año.		Se consumirán más de 1200 Mwh/año, o 1.800.000 L de combustible por año, o de 60 TJ/año.	1			2		2,00		2,00
2.4. Biotopos	2.4.1 Fauna.	No hay afectación.		Hay afectación.		Hay afectación a especies en peligro, indicadoras o con poblaciones reducidas.	1			2		4,00		4,00
	2.4.2 Flora.	No hay afectación.	Si hay afectación de flora pero no eliminación de árboles.	Se eliminan árboles aislados en área sin cobertura boscosa.	Se eliminan parches arbóreos en sitios menores de 2 ha.	El desarrollo de la actividad, obra o proyecto implica la corta de árboles en áreas con cobertura boscosa.	3			2		12,00		12,00
													<b>42,00</b>	

### 4.3. IMPACTO EN EL AIRE Y AGUA

 <b>3. IMPACTO EN AIRE, AGUA SUELO Y HUMANO</b>															
Impacto	Factor	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor =5)	y	Marco legal (z)					X= z+y	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto
								a	b	c	d	e			
3.1. Aire	3.1.1.1 Fuentes fijas.			Hay emisiones controladas.		Hay emisiones no controladas.	3				2		6,00	33,00	
	3.1.1.2 Fuentes móviles.				Se utilizan equipos móviles.		4			3			12,00		
	3.1.1.3 Radiaciones ionizantes.					Hay emisiones controladas.	0				2		0,00		
	3.1.2 Contribución de las emisiones generales a la contaminación atmosférica con olores, gases y otros efectos.			Las emisiones del proyecto contribuyen a la generación de contaminación atmosférica, pero están		Las emisiones del proyecto contribuyen a la generación de contaminación atmosférica, pero no están	3				2		6,00		
	3.1.3. Ruidos y vibraciones.			Hay producción de ruido o vibraciones y la producción total es cercana al límite de la regulación vigente, se puede confinar.		Hay producción de ruido o vibraciones y la producción total es cercana al límite de la norma, no es confinable.	3			3			9,00		
	3.2. Agua	3.2.1 Aguas de escorrentía superficial.	El aumento del caudal superficial neto es menor a un 10% referido al área de desfogue.	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 10% y menor al 25% referido al área de desfogue.	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 25% y menor al 50% referido al área de desfogue.	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 50% y menor al 75% referido al área de	El aumento del caudal superficial neto es mayor al 75% referido al área de desfogue.	2				2			4,00
	3.2.2 Aguas residuales ordinarias.	Producción de aguas residuales ordinarias y se utilizará una planta de tratamiento o alcantarillado sanitario con planta de tratamiento.	Producción de aguas residuales ordinarias y se dispondrán en alcantarillado sanitario con un sistema de tratamiento de probada eficiencia.		Producción de aguas residuales ordinarias y se dispondrán en un tanque séptico o similar.	Producción de aguas residuales ordinarias y dispondrán en alcantarillado sanitario sin planta de tratamiento.	1				2		4,00		
	3.2.3 Aguas residuales de tipo especial.	Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad inferior a 50 m <sup>3</sup> /mes.		Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad superior a 50 y menor a 200 m <sup>3</sup> /mes.		Producción de aguas residuales de tipo especial en cantidad superior a 200 m <sup>3</sup> /mes.	0				2		0,00		
													<b>41,00</b>		

#### 4.4. IMPACTO EN EL SUELO



Factor	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor = 5)	y	Marco legal (z)					X= z-y	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto
							a	b	c	d	e			
3. Impacto 3.3 Suelo	3.3.1 Residuos sólidos	3.3.1.1 Ordinarios.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y su disposición final en un relleno sanitario propio o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se dispone finalmente en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado con clasificación por autoridad competente.	Disposición final en relleno sanitario o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	2			3			6.00	29.00
		3.3.1.2 Especiales.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y disposición final en un relleno sanitario propio o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, reciclar y disposición final en un relleno sanitario especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se dispone finalmente en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado con clasificación.	Disposición final en relleno sanitario o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	2			3			6.00	
		3.3.1.3 Escombros.	Se dispone finalmente en una escombrera dentro del AP o a un tercero sin fines comerciales, de conformidad con el reglamento de construcciones y el reglamento para el control nacional de fraccionamiento y urbanizaciones.		Se dispone finalmente en un relleno sanitario con clasificación o una escombrera debidamente autorizada fuera del AP.		0			3			0.00	
	3.3.2 Residuos peligrosos	3.3.2.1 Químicos.	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar, se trata y la disposición final se da en un relleno propio especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar, se trata y la disposición final se da en un relleno especializado o lugar debidamente autorizado (sin tratamiento previo).	Se clasifica in situ para recuperar, reutilizar y la disposición final se da en un relleno especializado, o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	Se clasifica in situ disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	0				2		0.00	
		3.3.2.2 Radiactivos.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, se trata y disposición final en un relleno propio especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar, se trata y disposición final en un relleno especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica para recuperar, reutilizar y disposición en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado para su tratamiento y disposición final.	Se clasifica disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado, para su tratamiento y disposición final.	0				2		0.00	
		3.3.2.3 Biológicos	Se clasifica, se trata y disposición final en un relleno sanitario especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Se clasifica, se trata y disposición final en un relleno especializado o lugar debidamente autorizado por autoridad competente.	Disposición en un relleno especializado o lugar debidamente autorizado, para su tratamiento y disposición final.	Se clasifica disposición final en un relleno sanitario o lugar debidamente autorizado, para su tratamiento y disposición final.	0				2		0.00	
	3.3.3 Movimientos de tierra.	Se contempla movimientos de tierra y relleno sin movilización fuera del área del proyecto.	Se contempla movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes hasta 1.000 m <sup>3</sup> .	Se contempla movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes hasta 10.000 m <sup>3</sup> .	Se contempla movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes hasta 10.000 m <sup>3</sup> .	Se contempla movimientos de tierra con acarreo fuera del AP de volúmenes superiores a 10.000 m <sup>3</sup> .	3				2		6.00	
	3.3.4 Pendiente.	El área afectada tiene pendiente entre 0-15%.	El área afectada tiene pendiente entre 15-30%.	El área afectada tiene pendiente entre 30% y 60%.	El área afectada tiene pendiente mayor 60%.		1			3			3.00	
	3.3.5 Densidad de población.	Se espera una densidad máxima menor que 50 ocupantes por hectárea.		Se espera una densidad máxima mayor que 50 y menor que 200 ocupantes por hectárea.		Se espera una densidad máxima mayor que 200 ocupantes por hectárea.	0			3			0.00	
	3.3.6 Densidad de construcción.		La cobertura de construcción es menor al 25% de la propiedad del Área Total del Proyecto.	La cobertura de construcción es mayor al 25% pero menor al 50% de la propiedad Área Total del Proyecto.	La cobertura de construcción es mayor que 50% y menor que el 70% de la propiedad Área Total del Proyecto.	La cobertura de construcción es mayor que el 70% de la propiedad Área Total del Proyecto.	4				2		8.00	

29,00



## 4.5. IMPACTO HUMANO




	Factor	CASO 1 (Valor = 1)	CASO 2 (Valor = 2)	CASO 3 (Valor = 3)	CASO 4 (Valor = 4)	CASO 5 (Valor = 5)	y	Marco legal (z)					X=z*y	Medidas ambientales Anexo No.	Valoración por efecto	
								a	b	c	d	e				
Impacto 3.4 Humano	3.4.1 Social	3.4.1.1 Generación de empleo.	Genera más de 100 plazas nuevas.	Genera entre 50 a 100 plazas nuevas.	Genera entre 25 a 50 plazas nuevas.	Genera menos de 25 plazas nuevas.	No genera nuevas plazas.	3				2		6,00		22,00
		3.4.1.2 Movilización, reubicación traslado de personas del AP.	No se produce movilización, reubicación, traslado, etc. de personas que habitan en el AP, por efecto del proyecto.				Se produce movilización, reubicación, traslado, etc. de personas que habitan en el AP, por efecto del proyecto.	0			3			0,00		
		3.4.2.1 Paisaje.	Se desarrolla infraestructura en una zona urbana o rural y utiliza una infraestructura preexistente.	Se desarrolla infraestructura en una zona urbana y no provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	Se desarrolla infraestructura en una zona rural y no provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	Se desarrolla infraestructura en una zona urbana y provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	Se desarrolla infraestructura en una zona rural y provoca un desequilibrio en la textura del paisaje existente.	2			3			6,00		
		3.4.2.2 Patrimonio.	El proyecto no afecta el patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico.	El proyecto contempla la conservación y el mejoramiento del patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el AP.	El proyecto contempla la conservación del patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el AP.	El proyecto afecta de forma parcial y con autorización el patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el AP.	El proyecto afecta de forma total y con autorización el patrimonio científico, arquitectónico o arqueológico existente en el AP.	1				2		4,00		
	3.4.3 Viabilidad	Genera tráfico nuevo en una proporción inferior al 25% de la capacidad vial		Genera tráfico nuevo en una proporción mayor al 25% y menor al 50% de la capacidad vial instalada.		Genera tráfico nuevo en una proporción mayor al 50% de la capacidad vial instalada.	1			3			6,00			
<b>22,00</b>																

#### 4.6. OTROS RIESGOS




	Factor	CASO 1 (Valor = 0)	CASO 2 (Valor = 1)	CASO 3 (Valor = 2)	CASO 4 (Valor = 3)	CASO 5 (Valor = 4)	y	Marco legal (z)					X= z*y	Medidas ambientales	Valoración por efecto
								a	b	c	d	e		Anexo No.	
4. Otros riesgos	4.1 Manejo de combustible fósil.	No consume, maneja o almacena.	Consumo, maneja o almacena una cantidad menor a 5.000 litros al mes.	Consumo, maneja o almacena una cantidad mayor a 5.000 y menor a 50.000 litros al mes.	Consumo, maneja o almacena una cantidad mayor a 50.000 y menor a 500.000 litros al mes.	Consumo, maneja o almacena una cantidad mayor a 500.000 litros al mes.	2				2		8,00		8,00
	4.2 Manejo de agroquímicos.	No consume, maneja o almacena.				Se usan, almacenan y consumen agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, insecticidas, etc.).	1				2		4,00		4,00
	4.3 Manejo de Sustancias peligrosas	No hay consumo, manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas.				Sí hay consumo, manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas.	1				2		4,00		4,00
	4.4 Manejo de material radiactivo.	No hay consumo, manejo o almacenamiento de material radiactivo.				Sí hay consumo, manejo o almacenamiento de material radiactivo.	1				2		4,00		4,00
	4.5 Manejo de Bio riesgos.	No hay consumo, manejo o almacenamiento de material biológico.				Sí hay consumo, manejo o almacenamiento de material biológico.	1				2		4,00		4,00
															24,00

## 4.7. CRITERIOS DE PONDERACION

5. CRITERIOS DE PONDERACIÓN			
calificación final que servirá de criterio para la clasificación según la Significancia del impacto ambiental (SIA) que se indica en este documento.			
<b>1. Valor preliminar de SIA</b> , es decir la sumatoria de todos los valores individuales ( $\Sigma$ )		158,00	
Según las regulaciones aplicables a la operación de la actividad, obra o proyecto			
<b>2.a</b> Con Reglamento específico en materia ambiental que regule la actividad, obra o proyecto (p). Se multiplica la sumatoria de SIA ( $\Sigma$ ) por un factor de 1 =	1	<b>Decreto Ejecutivo</b> No. _____	<b>3.</b> Sin Reglamento específico en materia ambiental (p) que regule la operación, se multiplica la sumatoria ( $\Sigma$ ) de SIA por un factor de 2=
<b>2.b</b> Con compromiso del desarrollador a adherirse voluntariamente a una <b>norma o guía ambiental</b> de construcción y operación, según corresponda que exista para la actividad, obra o proyecto que se plantea en el D1(p). Dicha norma o guía ambiental será de acatamiento obligatorio para el desarrollador, en lo que corresponda, desde el momento en que la SETENA le otorga la viabilidad ambiental. En este caso se multiplica la sumatoria de SIA ( $\Sigma$ )	0,75		
		(p)	0,75
<b>4. Valor de SIA ajustado por regulaciones (SIA<sub>R</sub>) =</b>		118,5	
Clasificación del área según la zona de ubicación del proyecto ( $\beta$ )			
<b>5.</b> Localización autorizada por Plan Regulador u otra planificación ambiental de uso del suelo, aprobados por la SETENA, incluyendo la variable ambiental según la metodología establecida por la SETENA. Se multiplica el valor de SIA <sub>R</sub> por un	0,5	<b>6.</b> Localización autorizada por Plan Regulador NO aprobado por SETENA. Se multiplica el valor de SIA <sub>R</sub> por un valor de 1,0 =	1
<b>7.</b> Localización en área sin Plan Regulador. Se multiplica el valor de SIA <sub>R</sub> por un valor de 1,5 =	1,5	<b>8.</b> Localización en área ambientalmente frágil, excepto que este contemplado en el numeral 5. Se multiplica el valor de SIA <sub>R</sub> por un valor de 2 =	2
<b>Nota: Deberá brindarse la cita correcta del Plan Regulador o del Plan Ambiental de Uso del Suelo a que se refiere.</b>			
	( $\beta$ )	1	
<b>9. Calificación final de la SIA:</b>		119	
<b>10. Clasificación en función de la calificación final y que establece el procedimiento en SETENA, según la ruta de decisión.</b>			
Tipo	Nota	Procedimiento	
A	Mayor que 1000.	Estudio de Impacto Ambiental.	
B <sub>1</sub>	Mayor que 300 y menor o igual que 1000.	Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental.	
B <sub>2</sub>	Menor o igual que 300.	Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.	

#### 4.8. MATRIZ DE EFECTOS

6. MATRIZ DE EFECTOS ACUMULATIVOS Y SINERGÍSTICOS 					
<p><b>INTRODUCCION:</b> Con esta matriz se pretende realizar una aproximación general a la identificación de efectos acumulativos o sinérgicos que podría producir la actividad, obra o proyecto planteado en su entorno exterior, es decir, fuera del Área del Proyecto (AP). Su identificación no forma parte del proceso de valoración de la Significancia de Impacto Ambiental (SIA) de la actividad, obra o proyecto. No obstante, su llenado es obligatorio. El objetivo del análisis tiene dos partes. En primer lugar que el desarrollador y su consultor ambiental responsable realicen un reconocimiento básico de las condiciones ambientales del entorno en el que plantean el desarrollo de la actividad, obra o proyecto en análisis. En segundo lugar, que en el caso de que se detecte que la ejecución de la</p>					
	Efecto Acumulativo	RESPUESTA			Medida estratégica a aplicar por la actividad obra o proyecto propuesto <small>(llene esta casilla en caso de que la casilla que responda esté marcada con un asterisco (*)<sup>2</sup></small>
		SI	NO	NA <sup>1</sup>	
1	¿Se producirá un efecto acumulativo en los <u>recursos hídricos</u> debido al aprovechamiento que plantea la <u>actividad, obra o proyecto</u> ?	(*)	x		
2	¿Las <u>emisiones, el ruido y las vibraciones</u> , que se producirán generarán un efecto acumulativo en la situación de la calidad ambiental del aire del AP y su entorno?	(*)	x		
3	¿Existe capacidad de carga disponible para el <u>abastecimiento de energía</u> que plantea la actividad, obra o proyecto a desarrollar?	x	(*)		
4	¿El <u>uso del suelo</u> que se plantea se adapta a la capacidad de carga del espacio geográfico donde se plantea instalar?	x	(*)		
5	¿Los efectos ambientales que producirá la actividad, obra o proyecto planteado generará presión sobre los recursos de <u>flora y fauna</u> existentes en la zona?	(*)	x		
6	¿La actividad, obra o proyecto producirá un aumento significativo de las <u>aguas de escorrentía superficial</u> disminuyendo la capacidad de carga neta del sistema?	(*)	x		
7	¿Las <u>aguas residuales ordinarias o de tipo especial</u> que se producirán representarán un aumento de la carga ambiental al sistema?	(*)	x		
8	¿Los <u>desechos sólidos</u> (ordinarios o especiales) que se producirán como parte del desarrollo de la actividad humana planteada, podrán ser asimilados por el sistema de gestión de desechos que opera en la actualidad, sin que implique una alteración al mismo?	x	(*)		
9	¿La <u>impermeabilización del terreno</u> que implica el desarrollo de la actividad, obra o proyecto que se plantea, produciría un efecto neto de disminución de la recarga acuífera en la zona?	(*)	x		
10	¿El entorno de la actividad, obra o proyecto, tiene capacidad de carga para asimilar los <u>efectos de vialidad</u> que se podrían producir con su desarrollo?	x	(*)		
11	¿Los <u>servicios disponibles</u> en el entorno de la actividad, obra o proyecto que se plantea, tienen capacidad de carga para asimilarla y satisfacer las nuevas necesidades?	x	(*)		
12	¿La actividad, obra o proyecto producirá un efecto de <u>recarga del paisaje</u> del espacio geográfico donde se localizará?	(*)	x		

1. La casilla de No Aplica (NA) solo se podrá utilizar para aquellas situaciones en que el tema consultado no tenga relación alguna con la actividad, obra o proyecto planteado en razón de su naturaleza y atributos. El no disponer de información obtenida en el sitio del AP, o bien obtenida por consulta con las autoridades correspondientes, no justifica el llenado de esta casilla.

2. En caso necesario debe indicar el número del Anexo de las medidas ambientales en las que se amplían los lineamientos.

#### 4.9. MEDIDAS AMBIENTALES

Acción impactante	Factor ambiental impactado	Impacto ambiental	Regulación ambiental aplicable	Medida ambiental	Tiempo de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso
2.2.1 Modificación de uso de suelo	Suelo	Cambio de las condiciones actuales	Ley del ambiente,	El proyecto contempla un diseño que va acorde con el paisaje de la zona y no se intervendrán áreas sensibles. Aun cuando el sitio no presenta infraestructura, la zona es un sector dedicado a la pesca y existen obras artesanales en el área de influencia relacionadas con la pesca.	Construcción y Operación	Dentro del costo de la obra	Desarrollador	Diseño de la obra	Se adecua el diseño a la zona y se incorpora infraestructura a un sector de Limón dedicado a la pesca
2.4.2 Se eliminan árboles	Flora	Eliminación de cobertura vegetal	Ley forestal, ley del ambiente	Se corta la menor cantidad de árboles posibles, dentro del diseño se contempla la conservación de una zona de árboles en el centro del área del proyecto, los árboles que se cortan son individuos aislados y se repondrán con la siembra de especies una vez finalice la etapa de construcción	Construcción	Dentro del costo de la obra	Desarrollador, regente ambiental	Numero de árboles cortados, permisos de corta	Se cortara la mínima cantidad de árboles, se conservan los mas importantes.
3.1.1.1 Emisiones de fuentes fijas	Aire	Emisiones a la atmósfera	Ley del ambiente	Durante la construcción del proyecto se utilizará equipo menor que utiliza motores de combustión como lo son batidoras de concreto, plantas de energía. Este equipo menor será verificado que se encuentre en buenas condiciones y en zonas ventiladas. En caso de encontrarse equipo en mal estado o con emisiones fuera de control, se deberá sacar el equipo del AP y reemplazarlo con otro que cumpla con lo estipulado.	Construcción	Costo incluido dentro del costo de la obra	Regente ambiental y desarrollador	Verificación de buen estado Comprobación visual en campo	Mantener el equipo fijo que trabaja en el AP en buenas condiciones
3.1.1.2 Fuentes móviles	Aire	Se utilizan equipos móviles	Ley de salud, ley del ambiente	La maquinaria que ingrese al proyecto deberá contar con la revisión técnica vehicular al día. Se harán revisiones del equipo antes del inicio del trabajo para verificar posibles fugas o desperfectos del equipo.	Construcción	Costo incluido dentro del costo de la obra	Regente ambiental y desarrollador	Inspección visual de la maquinaria.	Mantener equipo en buen estado, verificación de campo

Acción impactante	Factor ambiental impactado	Impacto ambiental	Regulación ambiental aplicable	Medida ambiental	Tiempo de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso
3.1.2 Contribución de las emisiones generales a la contaminación atmosférica	Aire	Las emisiones del proyecto contribuyen a la generación de contaminación atmosférica	Ley de Salud	Las emisiones de equipo móvil y fijo se encuentran bajo control del regente ambiental y el desarrollador. Se realizarán charlas de capacitación sobre la alerta en caso de detectar equipo en mal estado. Antes del ingreso del equipo al proyecto se debe verificar el estado de estos y comprobar mediante una revisión que están en buen estado.	Construcción	Costo incluido dentro del costo de la obra	Regente y desarrollador	Verificación de buen estado Comprobación visual en campo	Monitoreo del equipo de trabajo para controlar las emisiones
3.1.3 Ruidos y Vibraciones	Aire	Hay producción de ruido y vibraciones	Ley de salud, ley del ambiente	Se realizarán mediciones in situ de los niveles de ruido dentro del AP y en las colindancias mediante equipo que contará el regente ambiental.	Construcción	Costo incluido dentro del costo de la obra	Regente y desarrollador	Mediciones del sonómetro en campo (se deben tomar fotografías a las mediciones y adjuntarlas al informe de regencia)	Control en campo del nivel de ruido
3.3.1.1 Residuos	Suelo	Residuos sólidos ordinarios	Ley de Salud, Ley para la Gestión Integral de los residuos	Se tendrá un sitio de acopio para organización de todo tipo de residuos. Las bolsas de empaques de productos de repello y otros, serán almacenadas por aparte y gestionadas para la recolección por parte de la empresa que distribuye el producto. Para la operación el proyecto se registrará bajo el programa de gestión de residuos de la Municipalidad con el fin de darle la correcta manipulación de los desechos.	Construcción y operación	Costo incluido dentro del costo de la obra	Regente ambiental y desarrollador	Sitio de acopio para residuo especiales en donde se podrán observar los desechos, organización y gestión de los mismos	Se realiza separación y se coordina con empresas para su recolección en caso de ser necesario. De lo contrario se llevan al relleno sanitario autorizado.
3.3.1.2 Especiales.	Suelo	Especiales	Ley de Salud, Ley para la Gestión Integral de los residuos	Se tendrá un sitio de acopio para organización de todo tipo de residuos. Se tendrá separación de residuos según el material con el fin de reutilizar lo posible y el resto enviarlo a un sitio de gestión	Construcción	Costo dentro del valor de la obra	Desarrollador	Verificación del sitio de escombrera por parte del regente ambiental. Informar mediante informes de regencia	Se realiza separación en el sitio de acopio y el desarrollador se encargará de darle el manejo de residuos especiales autorizado.
3.3.3 Movimiento de tierras	Suelo	Movimiento de tierras	Ley del ambiente, Ley de salud	Durante la etapa de construcción se tienen las labores de movimientos de tierra para excavaciones. Las medidas ambientales a implementar son las siguientes: - Ingreso de maquinaria que cumpla con los requisitos de RTV al día. - Inspección de maquinaria para verificar buen estado de las mismas	Construcción	Costo dentro del valor de la obra	Desarrollador y regente ambiental	Verificación en sitio por parte del regente ambiental	Puesta en marcha de medidas para minimizar problemas con erosión, aguas de escorrentía o lodos.

Acción impactante	Factor ambiental impactado	Impacto ambiental	Regulación ambiental aplicable	Medida ambiental	Tiempo de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso
				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante la época seca se utilizarán tanquetas con agua para el riego y no producir afectación por polvo</li> <li>- Las áreas que queden expuestas durante el proceso de movimiento de tierras, se cubrirán con sarán para evitar la erosión.</li> <li>- De ser necesaria la nivelación de los terrenos se llevará control con topografía para no realizar cortes innecesarios.</li> <li>- La salida de maquinaria se hará bajo supervisión para garantizar la limpieza de las llantas y retirar el lodo antes de salir.</li> <li>- En época de lluvias, se realizará canalizaciones de agua de escorrentía de requerirse. Con esto garantizar que el agua no abandone el AP</li> </ul>					
3.4.2.1 Paisaje	Humano	Se desarrolla infraestructura	Ley de salud, ley del ambiente, ley forestal	El diseño del proyecto contempla la realidad urbana del lugar, el sitio actualmente esta en abandono por lo que se mejorará el paisaje en ese sentido ya que se tendrá una infraestructura nueva en servicio de la comunidad	Construcción	Costo dentro del valor de la obra	Desarrollador	Diseño del proyecto	Se mejora las condiciones actuales de un terreno en abandono y la nueva infraestructura para la comunidad.
3.3.6 Densidad de construcción	Suelo	Cobertura de construcción	Ley de salud	Se encuentra en una zona con capacidad de aceptar la instalación del proyecto. De acuerdo con el plan regulador del cantón el sector en donde se edificará el edificio cumple con todas las condiciones.	Operación	Dentro del costo del proyecto	Desarrollador, Regente ambiental	Capacidad del sitio para desarrollar el proyecto	El enfoque del proyecto y las dimensiones del mismo hacen que el proyecto sea viable de acuerdo al uso de suelo emitido por la municipalidad

Acción impactante	Factor ambiental impactado	Impacto ambiental	Regulación ambiental aplicable	Medida ambiental	Tiempo de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso
3.4.1.1 Empleo	Humano	Generación de empleo	Constitución política	La etapa de construcción abrirá plazas de trabajo, sin embargo, debido a las dimensiones del proyecto no se espera que sobrepasen las 50 personas. Se tiene como prioridad la contratación de personal de la zona de influencia del proyecto. En la etapa operativa INCOPESCA se prevé la contratación de personal en el lugar para trabajo directo, entre 5-10 nuevas plazas. La generación de empleo será positiva debido a la mejora de infraestructura para los pescadores de la zona.	Construcción	Dentro de los costos del proyecto	Desarrollador	Verificación de las planillas de trabajo	Fuente de empleo durante la etapa de construcción, y mejoras para la operación.
3.4.3 Vialidad	Humano	Aumento de vehículos	Ley de salud, ley de tránsito	Se tendrá una nueva demarcación y señalización de la vía para garantizar que el nuevo flujo de vehículos no cause un impacto en la zona	Construcción y Operación	Dentro de los costos del proyecto	Desarrollador	Señales y demarcación de la calle pública	Se tendrá señalamiento para garantizar el orden del ingreso y salida de vehículos.
4.1 Manejo combustible fósil	Suelo	Consumo de una cantidad menor de 5000 litros al mes.	Ley del ambiente, Ley de Salud	El proyecto contempla el consumo de volúmenes menores a 5000 litros para el uso de equipo menor como plantas, batidoras, etc. Se contará con un kit de atención de derrames en sitio. El sitio de almacenaje estará cerrado, con ventilación y rotulado.	Construcción	Costo dentro del valor de la obra	Desarrollador	Informes de regencia. Comprobantes de compra del kit antiderrames. Registro fotográfico en caso de utilizar el equipo.	No habrá almacenamiento de combustible, solo consumo y se toman las medidas para el uso.



## 5. RESUMEN DE RESULTADOS

**Resumen de Resultados**

Variable	Puntaje
Consumo/Afectación	42,00
Impacto en Aire	41,00
Impacto en Suelo	29,00
Impacto Humano	22,00
Otros riesgos	24,00
<b>Valor Preliminar de SIA</b>	<b>158,00</b>
<b>Valor de SIA ajustado a Regulaciones (SIA<sub>R</sub>)</b>	<b>118,50</b>

**Clasificación en función de la calificación final y que establece el procedimiento en SETENA,**

Tipo	Nota	Procedimiento
<b>B<sub>2</sub></b>	Menor o igual que 300.	Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.

Es importante destacar que dentro del proceso de estudio, análisis, desarrollo y construcción no se están presentando reasentamiento involuntario, por cuando el área donde se estará desarrollando la construcción de obras de ingeniería no es una área habitada y previamente ha existido en ella el espacio donde los pescadores de la provincia de Limón llevan a cabo los procesos de carga y descarga tanto de los productos capturados como el avituallamiento de las embarcaciones.