

# Energía del Pacífico

**Proyecto: LNG to Power**

**Adenda de Modificatoria al EsIA**

Enero 2018 – 16-3489



# Energía del Pacífico

**Proyecto: LNG to Power**

**Adenda de Modificatoria al EsIA**

**Capítulo 1: Introducción y Descripción del  
proyecto**





# Tabla de contenido Capitulo 1

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>1-1</b>
1.1	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1-1
1.1.1	<i>Matriz comparativa</i>	1-2
1.1.2	<i>Descripción general de las principales modificaciones</i>	1-4
1.1.2.1	Modificación de la planta de energía térmica: Subestación	1-4
1.1.2.2	Modificación de Terminal Marítima: Configuración y sistema de amarre	1-4
1.2	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS EN LA CENTRAL TÉRMICA	1-6
1.2.1	<i>Descripción de la subestación</i>	1-6
1.2.1.1	Construcción	1-7
1.2.1.2	Características generales de la Subestación	1-7
1.2.1.3	Transformadores	1-9
1.2.2	<i>Distribución de áreas para la planta de energía térmica</i>	1-10
1.2.3	<i>Pérdida de infiltración</i>	1-10
1.2.4	<i>Movimiento de tierra</i>	1-14
1.3	DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA TERMINAL MARÍTIMA	1-17
1.3.1	<i>Descripción de FSRU</i>	1-17
1.3.1.1	Tanques de carga	1-19
1.3.2	<i>Sistema de amarre para FSRU</i>	1-20
1.3.3	<i>Descripción de Componentes del Sistema RCM</i>	1-23
1.3.3.1	Líneas de Proa	1-23
1.3.3.2	Cadenas de Restricción	1-24
1.3.3.3	Tubería elevadora (Riser)/Umbilical	1-28
1.3.3.4	Colector de extremo de tubería (PLEM)	1-30
1.3.3.5	Líneas de popa	1-31
1.3.3.6	Retenedor de Liberación Rápida con guías (Quick Release Stopper, QRSF)	1-32
1.3.3.7	Cable de energía eléctrica	1-34
1.3.4	<i>Estudios Hidrodinámicos de los Sistemas Amarre Numéricos y Físicos</i>	1-35
1.3.5	<i>Tuberías</i>	1-36
1.3.6	<i>Distribución de áreas para terminal marítima</i>	1-38
1.3.7	<i>Reglas, regulaciones, códigos y estándares</i>	1-38
1.3.7.1	Base de Diseño	1-39
1.3.7.2	Parámetros de diseño	1-39
1.4	INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS MARÍTIMOS (FASE DE CONSTRUCCIÓN)	1-41
1.4.1	<i>Equipo y FSRU</i>	1-41
1.4.2	<i>Instalación del esquema RCM</i>	1-42
1.4.2.1	Esquema de Instalación	1-42
1.4.3	<i>Anclaje FSRU</i>	1-43
1.4.4	<i>Despliegue en el mar</i>	1-43
1.4.5	<i>Proceso de instalación de Tubería, en el mar</i>	1-44
1.4.5.1	Proceso de instalación mediante zanjeado	1-44
1.4.5.2	Secuencia de Instalación HDD	1-44

1.4.5.3	Preparación del sitio .....	1-45
1.4.5.4	Operaciones de perforación .....	1-48
1.4.5.5	Mitigación de fracturas hidráulicas de fluido de perforación.....	1-50
1.4.5.6	Fluido de perforación a base de bentonita.....	1-50
1.4.5.7	Sistema de reciclaje .....	1-51
1.4.5.8	Equipo .....	1-54
1.4.5.9	Sequencia de Instalacion HDD y RCM.....	1-54
1.4.5.10	Manejo y Disposición Final de los Desechos y Residuos Sólidos .....	1-55
1.4.6	<i>Consumo del Recurso Hídrico Etapa de Construcción .....</i>	<i>1-57</i>
1.5	FASE DE OPERACIÓN .....	1-57
1.5.1	<i>Tecnología y Especificaciones de Equipos .....</i>	<i>1-58</i>
1.5.2	<i>Proceso de Descarga del Buque Carguero.....</i>	<i>1-61</i>
1.5.2.1	Carga del FSRU .....	1-63
1.5.2.2	Conexion de la Manguera (aproximadamente 2.5 horas) .....	1-63
1.5.2.3	Conexión.....	1-63
1.5.2.4	Refrigeración de la manguera (Duración aproximada: 1.5 horas) .....	1-64
1.5.3	<i>Proceso de Regasificación .....</i>	<i>1-64</i>
1.5.3.1	Ingesta de agua de mar .....	1-69
1.5.3.2	Proceso de regasificación .....	1-69
1.5.3.3	Gas de evaporación (BOG).....	1-70
1.5.4	<i>Operación de la Unidad de Almacenamiento Flotante (FSRU).....</i>	<i>1-71</i>
1.5.5	<i>Condiciones Límites de Operación.....</i>	<i>1-71</i>
1.5.5.1	Embarcaciones Tipo y Criterios de Atraque.....	1-72
1.5.5.2	Condiciones Limitantes para Transferencia de Carga del LNGC .....	1-73
1.5.5.3	Monitoreo de Variables Meteorológicas y Dinámicas Costeras .....	1-74
1.5.6	<i>Actividades de mantenimiento de la Terminal Marítima de GNL .....</i>	<i>1-75</i>
1.5.7	<i>Provisión de Servicios Básicos a FSRU .....</i>	<i>1-78</i>
1.5.8	<i>Zona de Restricción .....</i>	<i>1-79</i>
1.5.9	<i>Materiales, desechos y residuos peligrosos.....</i>	<i>1-80</i>
1.6	PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	1-86
1.7	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	1-86
1.8	DESMANTELAMIENTO.....	1-88
1.9	PARTICIPACIÓN DE LOS INTERESADOS.....	1-88

## Listado de Figuras Capítulo 1

Figura 1-1	- Representación típica de un diseño GIS.....	1-11
Figura 1-2	- Componentes de la Planta Termoelectrica.....	1-15
Figura 1-3	- Ingeniería Alterna Previa para Sistema de Amarre.....	1-21
Figura 1-4	- Ingeniería Alterna Final para Sistema de Amarre .....	1-21
Figura 1-5	- Diseño propuesto para la Terminal Marítima .....	1-23
Figura 1-6	- Amarre de Catenaria Restringida en 17 metros de profundidad.....	1-24
Figura 1-7	- Ubicación de Elementos en el Mar .....	1-25
Figura 1-8	- Sistema de Cadenas de Restricción.....	1-27

Figura 1-9- Esquema de Terminal tipo H (H-link) .....	1-27
Figura 1-10- Esquema de Terminal tipo H (H-link) con un Eslabon Tipico sin Concreto .....	1-28
Figura 1-11 - Configuración de tubería elevadora 3D .....	1-28
Figura 1-12 - Arreglo de la tubería elevadora en el medio del barco y líneas de amarre .....	1-29
Figura 1-13 - Componentes Tubería Elevadora .....	1-29
Figura 1-14 - Sección típica de tubería umbilical .....	1-30
Figura 1-15 - Sistema piggy-back con espaciadores .....	1-30
Figura 1-16 - Sistema piggy-back con espaciadores .....	1-31
Figura 1-17 - Buque “Sendje Berge” en el Campo Petrolero Okwori, Nigeria .....	1-31
Figura 1-18 - Arreglo de amarre de popa en cubierta .....	1-32
Figura 1-19 - Retenedor de liberación rápida con guías .....	1-33
Figura 1-20 - Arreglo general .....	1-33
Figura 1-21 - Cable eléctrico a la par de la tubería elevadora flexible .....	1-34
Figura 1-22 - Configuración típica del cable eléctrico .....	1-35
Figura 1-23 - Esquema de elementos principales y configuración de tuberías NG .....	1-37
Figura 1-24 - Ejemplo de base para plataforma HDD con relleno de grava y losas de concreto .....	1-46
Figura 1-25 - Perfil del anclaje de plataforma .....	1-46
Figura 1-26 - Vista en planta del diseño de anclaje y configuración de la plataforma .....	1-47
Figura 1-27 - Distribución en sitio del sistema HDD – Proyecto de Gas en Otway .....	1-48
Figura 1-28 - Distribución de equipamiento HDD – Serra de Inoa .....	1-48
Figura 1-29 - Broca de dientes de molino para condiciones de suelo suave .....	1-49
Figura 1-30 - Esquema del sistema de circulación de fluidos .....	1-51
Figura 1-31 - Sistema de Reciclaje .....	1-52
Figura 1-32 - Diseño de rodillos de tubería .....	1-53
Figura 1-33 - Esquema de atraque de buque de LNGC a un costado del FSRU .....	1-62
Figura 1-34 - Diagrama Simplificado de Regasificación y Entrega de Combustible .....	1-65
Figura 1-35 - Diagrama de flujo del proceso del proyecto Terminal LNG .....	1-67
Figura 1-36 - Parámetros de entrada/salida FSRU .....	1-70
Figura 1-37 - Áreas Marinas de Restricción (Operaciones) .....	1-82
Figura 1-38 - Áreas Marinas de Restricción (Construcción) .....	1-84

## Listado de Tablas Capítulo 1

Tabla 1-1 - Matriz comparativa entre Ingeniería Alternativa Previa e Ingeniería Alternativa Final .....	1-2
Tabla 1-2 - Evaluación de alternativas para la Terminal Marítima .....	1-6
Tabla 1-3 - Datos generales para apartamento aislada con gas .....	1-8
Tabla 1-4 - Características principales de los transformadores actuales .....	1-9
Tabla 1-5 - Características principales de Transformadores Actuales .....	1-9
Tabla 1-6 - Áreas a ocupar por la Central Térmica y la Subestación Eléctrica .....	1-10

Tabla 1-7 - Áreas que serán ocupadas por recorrido de tubería y Sitio de Acopio.....	1-10
Tabla 1-8 - Áreas impermeables.....	1-13
Tabla 1-9 - Volumen esperado de movimiento de tierras .....	1-14
Tabla 1-10 - Posibles FSU para utilizar Unidad de Regasificación de Almacenamiento Flotante ..	1-17
Tabla 1-11 - Información técnica de las tuberías .....	1-36
Tabla 1-12 - Áreas que se ocuparán en alta mar.....	1-38
Tabla 1-13 - Estándar de calificación.....	1-38
Tabla 1-14 -Estándares Internacionales .....	1-38
Tabla 1-15 – Refrenicas de buenas prácticas .....	1-39
Tabla 1-16 - Información de mareas considerada para diseño .....	1-40
Tabla 1-17 - Capacidad del Sistema.....	1-51
Tabla 1-18 - Desechos y Residuos a Generarse en la Etapa de Construcción* .....	1-56
Tabla 1-19 - Equipos del FSRU .....	1-58
Tabla 1-20 - Flujos de GNL y GN en el proceso de regasificación y entrega de GN .....	1-66
Tabla 1-21 - Emisiones de Agua de Mar del FSRU.....	1-70
Tabla 1-22- Capacidad de Buques para Establecer Criterios de Diseño de Límites de Condiciones Climáticas .....	1-72
Tabla 1-23 - Límites de Acercamiento y Atraque FSU y LNGC.....	1-73
Tabla 1-24 - Condiciones límites para transferencia de carga de GNL.....	1-73
Tabla 1-25 - Mantenimiento de Equipos en FSRU.....	1-75
Tabla 1-26 - Proyecto propuesto para instalación de Tubería .....	1-87

## Listado de Fotografías Capítulo 1

Fotografía 1-1 - Buque Gemmata.....	1-18
Fotografía 1-2 - Buque Hispania Spirit .....	1-18
Fotografía 1-3 - Piscina de pruebas de modelo físicas .....	1-36
Fotografía 1-4 - Cortina de Agua Durante la Transferencia .....	1-63

## Listado de Apéndices Capítulo 1

Apéndice 1A	Permiso Ambiental del Proyecto
Apéndice 1B	Informe de Participación Ciudadana

# 1 Introducción y Descripción del Proyecto

## 1.1 Introducción y antecedentes

El proyecto "LNG TO POWER" consiste en la instalación de una Central Termoeléctrica para la generación de energía eléctrica con una capacidad neta de 378 MW, utilizando gas natural como combustible, y una terminal marítima para recibir el gas natural licuado (GNL) y convertirlo a gas natural (GN). Se ha presentado la solicitud de permiso ambiental a través del Estudio de Impacto Ambiental, al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). A la fecha, el proyecto cuenta con Permiso Ambiental, según lo notificado mediante la Resolución MARN-DEC-GEA-20245-1104-2017, emitida por el MARN el 21 de Diciembre de 2017. Ver Apéndice 1A.

El Proyecto se ubicará en el Puerto de Acajutla, municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, El Salvador. Las coordenadas geográficas de la locación del proyecto son: 13°34'59" N y longitud, 89°49'43" O. La evaluación de impacto ambiental, llevada a cabo para obtener el permiso ambiental, se desarrolló teniendo en cuenta un enfoque de ingeniería preliminar de la Terminal Marina. Después de la presentación del EsIA, EDP continuó desarrollando la ingeniería final y evaluando las alternativas más favorables para el diseño final con su equipo de especialistas, y generó algunos cambios en el diseño del proyecto, principalmente con la Terminal Marina. También se realizaron modificaciones a la Central Térmica en tierra consistentes solo en cambios a la Subestación.

Las principales modificaciones están relacionadas con:

- Sustitución de FSU/FSRU por un FSRU
- Diseño y tecnología del sistema de amarre para el FSRU.
- Definición de tecnología de construcción HDD-Zanja para instalación submarina de tubería de gas.
- Cambios menores en el diseño final, en la ubicación de los elementos de la Terminal Marina (FSU/FSRU y tubería) y de las zonas de restricción.
- Definición de Subestación Aislada de Gas (GIS).
- Reducción área a impermeabilizar y consolidación en un estanque de retención de agua de lluvia.

Cada una de las modificaciones se describe en este documento de adenda. El programa de evaluación de impacto ambiental y gestión ambiental (Capítulos 7 y 10 del EsIA original, respectivamente), también se ha actualizado de acuerdo con los cambios realizados en el proyecto (Ver capítulos 2 y 3). Es importante tener en cuenta que esta adenda, y todos sus capítulos incluye a descripción solamente, de los cambios del proyecto; el resto de los componentes del proyecto, siguen siendo los mismos que los presentados

con anterioridad. Debido a la naturaleza del programa de manejo ambiental, capítulo 3, éste se presentó completo.

### 1.1.1 Matriz comparativa

Con el fin de identificar y explicar mejor las modificaciones propuestas para el proyecto, la siguiente matriz compara cada uno de los componentes del proyecto entre la propuesta anterior y la nueva alternativa de ingeniería. Ver Tabla 1-1.

<b>Tabla 1-1 - Matriz comparativa entre Ingeniería Alternativa Previa e Ingeniería Alternativa Final.</b>		
<b>Componente o elemento de comparación</b>	<b>Ingeniería Alternativa Previa</b>	<b>Ingeniería Alternativa Final</b>
<b>Thermal Power Plant</b>		
<b>Ubicación y diseño</b>	Dentro de las instalaciones del Puerto de Acajutla de CEPA	Dentro de las instalaciones del Puerto de Acajutla de CEPA, no hay cambios en el diseño de la planta de energía, solo reducción del área de la subestación y la tecnología.
<b>Área total de desarrollo, arrendado a CEPA para la planta de energía</b>	126,431.09m <sup>2</sup>	Sin modificaciones
<b>Área de pérdida de infiltración</b>	53,748.19m <sup>2</sup>	El área de pérdida de infiltración se reducirá a 44,368.36m <sup>2</sup> , debido a las áreas más pequeñas de subestaciones y estanques de detención.
<b>Áreas complementarias: Tubería ROW, áreas de tendido.</b>	56,853.21 m <sup>2</sup>	Sin modificaciones
<b>Tecnología de motores de combustión y generación de energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 19 motores de combustión interna Wärtsilä 18V50SG con una capacidad de 18.3 MW cada uno, para la generación de un total de 348 MW;</li> <li>• Un ciclo de vapor combinado que utilizará los gases de escape de los motores para producir vapor y ser utilizado en una turbina de vapor de 30.0 MW</li> </ul>	Sin modificaciones
<b>Tecnología de subestación</b>	Subestación con aislamiento de aire (AIS)	Subestación aislada de gas (GIS)

<b>Tabla 1-1 - Matriz comparativa entre Ingeniería Alternativa Previa e Ingeniería Alternativa Final.</b>		
<b>Componente o elemento de comparación</b>	<b>Ingeniería Alternativa Previa</b>	<b>Ingeniería Alternativa Final</b>
<b>Remoción de árboles</b>	Eliminación de 603 árboles, incluidas 2 especies en peligro de extinción	519 árboles, incluyendo 2 en peligro de extinción
<b>Estanque de Detención 1</b>	24m x 60m y 1.8m de alto, capacidad de 2,544.48 m <sup>3</sup>	24 x 60 m y 1.95m de alto, capacidad de 2,812.32m <sup>3</sup> , para recibir toda el agua lluvia del terreno de la Central Térmica.
<b>Estanque de Detención 2 (Subestación)</b>	15 x 10m y 1.8m de alto, capacidad de 267.84m <sup>3</sup>	No habrá estanque para la subestación. El agua de lluvia se desviará al estanque más grande de la Central Térmica.
<b>Movimiento de tierra/ excavaciones</b>	85,000m <sup>3</sup>	Las excavaciones se reducirán a: 81,745m <sup>3</sup>
<b>Terminal Marítima</b>		
<b>Ubicación y diseño</b>	Dentro de las instalaciones del Puerto de Acajutla de CEPA	Misma ubicación con reducción en elementos del proyecto (cofferdam y embarcadero ya no son necesario)
<b>Área total de desarrollo, concesión a solicitar a AMP</b>	Definido en conjunto con las autoridades de AMP y CEPA.	Nuevas zonas de restricción consideran nueva disposición, el Proyecto cuenta con aprobación preliminar de AMP y CEPA
<b>Capacidad de Almacenamiento FSRU</b>	Capacidad máxima de 100.000 m <sup>3</sup>	Capacidad de almacenamiento de 138,000-174,000 m <sup>3</sup>
<b>FSU</b>	Capacidad máxima de 125.000 m <sup>3</sup>	Ya no es requerido
<b>Sistema de Amarre</b>	FSRU dentro de Cofferdam	Restricted Catenary Mooring (RCM) para la FSRU
<b>Tubería de GN</b>	Acero al carbono, 24" de diámetro, Presión de operación 11 Bar, 5°C de temperatura de operación	Acero al carbono, 24" de diámetro, Presión de operación 80 Bar, 5°C de temperatura de operación
<b>Metódo de instalación</b>	Parcialmente enterrado y parte en un caballete	Procedimiento de perforación direccional horizontal (HDD) y parcialmente enterrado en una zanja.
<b>Obras temporales</b>	Caballete temporal tipo caballete para apoyar actividades durante la construcción	No hay necesidad de caballete con nuevos métodos de construcción para la Terminal Marítima.



<b>Tabla 1-1 - Matriz comparativa entre Ingeniería Alternativa Previa e Ingeniería Alternativa Final.</b>		
<b>Componente o elemento de comparación</b>	<b>Ingeniería Alternativa Previa</b>	<b>Ingeniería Alternativa Final</b>
<b>Método constructivo</b>	Dragado para construcción de cofferdam, dragado para instalación de tubería, instalación de pilotes para cabellete permanente y temporal.	Menores obras de instalación se requieren para el RCM; HDD y zanjeado para tubería.
<b>Material a dragar</b>	130,000m <sup>3</sup> de material de dragado en fondos marinos, para ser desechados en una ubicación fuera del área del proyecto.	2,500m <sup>3</sup> de fluido de perforación con bentonita, procedente de perforación en el fondo del mar, para su eliminación en un lugar definido en tierra.

*Fuente: Equipo consultor basado en información prevista por EDP, enero 2018.*

Las modificaciones principales del proyecto se explican en detalle en esta adenda a continuación.

## 1.1.2 Descripción general de las principales modificaciones

### 1.1.2.1 Modificación de la planta de energía térmica: Subestación

Para la ingeniería preliminar de la subestación, se consideró una tecnología de subestación aislada de gas (GIS). Esto se debe, principalmente, al hecho de que los sistemas GIS son significativamente más pequeños y pesan menos (a pesar de que el gas pesa más que el aire, también son más rápidos de instalar). El tiempo de instalación se reduce en aproximadamente un 30% con una instalación GIS (cuando no se requiere manejo de gas). Los sistemas GIS también ocupan menos espacio que AIS. La huella física de un GIS es aproximadamente un 35% menor que AIS.

### 1.1.2.2 Modificación de Terminal Marítima: Configuración y sistema de amarre

Se evaluaron cuatro alternativas para el almacenamiento y regasificación del GNL, y configuración de la terminal marítima como parte de la etapa de planificación del proyecto:

**a) Unidad de almacenamiento flotante y regasificación (FSRU) de gran capacidad, esta opción implica:**

- Un buque carguero equipado con tanques de almacenamiento de GNL y todo el equipo requerido para regasificación.
- Tuberías para transportar el gas natural producido en la regasificación a la Central Térmica;
- Almacenamiento en la tierra y los sistemas de manejo de GNL para proporcionar combustible a la Central Térmica durante períodos de clima extremo y cuando tanto la

unidad flotante de almacenamiento y la unidad de regasificación se deba mover mar adentro; y Muelle para el acceso a la FSRU.

**b) Unidad de almacenamiento flotante (FSU) y un tanque de almacenamiento en tierra, esta opción implica:**

- Un buque equipado con tanques de almacenamiento de GNL (FSU);
- Tanque de almacenamiento de GNL en tierra;
- Equipo para la regasificación de GNL en tierra; y
- Tuberías y aislantes criogénicos para la transferencia de GNL al tanque de almacenamiento en tierra y al equipo de regasificación; y Muelle para el acceso al FSU

**c) Barcaza para regasificación/almacenamiento (FSRU) y barcaza para almacenamiento (FSU), esta opción implica:**

- FSRU con regasificación y 50.000 m<sup>3</sup> mínimo de almacenamiento de GNL
- FSU para almacenamiento de GNL y alimentación de la planta regasificadora con LNG.
- Tubería para transportar el gas natural producido en la regasificación a la Central Térmica.
- La FSRU va a proporcionar combustible a la Central Térmica continuamente, o almacenamiento cuando la unidad flotante de almacenamiento se mueva hacia el mar abierto.

**d) Gran Unidad de Almacenamiento y Regasificación Flotante (FSRU), esta opción implica:**

- Una FSRU, equipada con 138,000-174,000m<sup>3</sup> de tanques de almacenamiento de GNL y todo el equipo requerido para la regasificación;
- Tuberías para el transporte del gas natural producido durante la regasificación a la planta de generación de energía;
- FSRU para proporcionar combustible a la planta durante los períodos de tormenta, con un sistema de amarre de catenaria restringido (RCM).

La alternativa (d) fue seleccionada como opción óptima debido a las razones que se presentan en la Tabla 1-2. Es importante señalar que la entrega discontinua de gas fue una de las principales razones para eliminar la alternativa (a). Mientras que la alternativa (b), se descartó debido al mayor tiempo de construcción requerido, lo que hizo imposible entregar energía en el tiempo solicitado. La alternativa (d) es más óptima que (c) debido a la reducción de los impactos ambientales y la rentabilidad ya que no se requiere construcción de ataguía.

**Tabla 1-2 - Evaluación de alternativas para la Terminal Marítima**

<b>Criterios</b>	<b>Alternativa (a) Gran Unidad de almacenamiento flotante y regasificación (FSRU)</b>	<b>Alternativa (b) Unidad de almacenamiento flotante (FSU) y tanque de almacenamiento en tierra</b>	<b>Alternativa (c) FSRU y FSU basados en Barcazas</b>	<b>Alternativa(d) Gran FSRU flotante – Almacenamiento en alta mar</b>
<b>Huella e impacto con respecto a las distancias de seguridad</b>	Bajo LNG en el mar	Alto, tanque de LNG en tierra	Bajo, LNG en el mar	Bajo, LNG en el mar
<b>Disponibilidad continua de gas natural para la Central Termoeléctrica</b>	No, en situaciones climáticas extremas	Sí, desde el tanque de tierra	Sí, desde FSRU con estructura de protección (cofferdam)	Sí, desde FSRU con RCM
<b>Cumplimiento del tiempo de entrega de energía establecido en el PPA</b>	Improbable, por la construcción de muelles	No, por tanque en la construcción de la tierra y el muelle	Sí, disponibilidad de barcos	Sí, disponibilidad de barcos
<b>TOTAL</b>	<b>NORMAL</b>	<b>NORMAL</b>	<b>BAJO</b>	<b>BAJO</b>

*Fuente: Equipo Consultor, enero 2018.*

## 1.2 Descripción de cambios en la Central Térmica

Todos los elementos de la central seguirán siendo los mismos a excepción de la subestación, para la cual se propone una nueva alternativa. Las características de la nueva solución se explican en las siguientes secciones.

### 1.2.1 Descripción de la subestación

Como se explicó en el EsIA original, la Central Térmica requiere un sistema de distribución eléctrica para toda la energía producida por la planta y elevar su voltaje para que pueda ser entregada a la red de transmisión. La subestación tendrá todo el equipamiento para la transformación, la entrega de energía y la protección de la red.

Después de una revisión de ingeniería preliminar, se ha propuesto una Subestación Aislada de Gas (GIS) debido a sus ventajas con respecto a la construcción, instalación, operación, mantenimiento continuo y costo total.

#### 1.2.1.1 Construcción

La subestación de alto voltaje de GIS utiliza el gas hexafluoruro de azufre para el aislamiento, que es cinco veces más pesado que el aire y ofrece un excelente comportamiento de extinción. Los sistemas SIG utilizan interruptores de circuito fijos montados. Los interruptores montados sellados son una tecnología "sellada de por vida" en comparación con la tecnología propuesta anteriormente para la subestación.

La instalación de una subestación de alto voltaje GIS puede ser más rápida que sus contrapartes. Esto se debe en gran parte al hecho de que los sistemas GIS son significativamente más pequeños y pesan menos (a pesar de que el gas pesa más que el aire). El tiempo promedio de instalación se reduce en aproximadamente un 30% con una instalación GIS (cuando no se requiere manejo de gas).

Los sistemas GIS son significativamente más fáciles de mantener de forma regular ya que ofrecen acceso frontal en lugar de trasero. También contienen sus propios instrumentos de prueba integrados. Los flashes de arco son raros en GIS porque todos los elementos interiores están aislados, y solo se puede acceder al compartimiento de cables. Como las piezas están completamente aisladas, no hay cables ni varillas que puedan unirse a las partes activas.

Los conmutadores de GIS requieren un mantenimiento significativamente menor. En promedio, los sistemas SIG solo deben inspeccionarse visualmente cada cuatro años o más, y las unidades GIS solo deben volver a engrasarse después de aproximadamente 20 años (este es un promedio, pero puede variar según los fabricantes).

#### 1.2.1.2 Características generales de la Subestación

El dispositivo de distribución propuesto es un dispositivo de conmutación con aislamiento de gas tipo B105, 230 kV tiene características y rendimientos según la Tabla 1-3. Estas actuaciones se han propuesto teniendo en cuenta los requisitos del proyecto.

<b>Tabla 1-3 - Datos generales para aparamenta aislada con gas</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores de Grid Solutions</b>
Temperatura mínima ambiental	°C	-25
Temperatura máxima ambiental	°C	40
Nivel sísmico (IEEE)	g	0.5 max
Estándares de referencia		IEC
Voltaje de servicio	kV	220
Voltaje de servicio máximo	kV	245
Nivel de aislamiento nominal (Tensiones soportadas a tierra)		
o a la frecuencia de potencia 1min	kV	460
o al impulse del rayo /1.2 / 50 µs de onda	kVp	1050
o al impulse de conmutación (250/2500 µs de onda) (1)	kVp	850
Frecuencia	Hz	50
Corriente clasificada del servicio		
o Barra de embarque	A	3150
o Bahía del alimentador	A	2000
o Bahía de transformadores	A	2000
o Bahía de acoplamiento de autobuses	A	3150
Corriente de Resistencia de corto tiwmpo nominal	kA	40
Corriente nominal soportada pico	kAp	100
Aumento de temperature a corriente de servicio nominal		
o Conductor	°C	≤ 65
o Recinto	°C	≤ 30
Presión manométrica de SF6 nominal a 20°C		
o Disyuntor	bar rel.	6.3
o Tablero de distribución	bar rel.	6.3
Señala de recarga de gas SF6		
o Disyuntor	bar rel.	5.8
o Tablero de distribución	bar rel.	5.8
Nivel de alarma SF6 (2)		
o Disyuntor	bar rel.	5.5
o Tablero de distribución	bar rel.	5.5
Presión de diseño del recinto		
o Disyuntor	bar	9.0
o Tablero de distribución	bar	9.0
Código de diseño del recinto		CENELEC
Tasa de fuga de SF6 por año para toda la subestación	%	< 0.5
Descarga pparcial máxima a 1.2 veces la tensión nominal en fábrica	pC	≤ 5
Prueba de rutina dieléctrica de fábrica 50Hz	kV	460

Tabla 1-3 - Datos generales para aparamenta aislada con gas		
Descripción	Unidad	Valores de Grid Solutions
Prueba dieléctrica del sitio	kV	380
Tensión nominal de prueba del circuito secundario	kV	2

Fuente: Energía Del Pacífico 230 kV GIS Tender: 1149150SLV (Datos técnicos y Funcionamiento)

(1) Los valores examinados no son requeridos por los estándares de la IFC.

(2) Los valores aplican a esta presión del gas.

### 1.2.1.3 Transformadores

La siguiente Tabla 1-4 compara las características de los transformadores de corriente.

Tabla 1-4 - Características principales de los transformadores actuales						
Identificación	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6
Estándar	IEC	IEC	IEC	IEC	IEC	IEC
Corriente primaria clasificada	2000	2000	2000	3000	3000	3000
Corriente secundaria nominal	5	5	5	5	5	5
Carga de precisión (VA) (*)	15	15	30	15	15	30
Clase de precisión (*)	0.2	0.5	5P20	0.2	0.5	5P20
Resistencia térmica (k In)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Resistencia de corto tiempo actual Ith (kA/sec)	40/3	40/3	40/3	40/3	40/3	40/3

Fuente: Energía del Pacífico 230 kV GIS Tender: 1149150SLV (Datos técnicos y Funcionamiento)

(\*) Únicamente en la proporción más alta.

La siguiente Tabla 1-5 presenta las principales características del voltaje de los transformadores.

Tabla 1-5 - Características principales de Transformadores Actuales	
Identificación	VT1
Estándar	IEC
Voltaje primario (kV)	230 / $\sqrt{3}$
Factor de voltaje (tiempo)	1.5 para 30 s, 1.2 continuamente
Voltaje(s) secundario(s) (V)	115/ $\sqrt{3}$   115/ $\sqrt{3}$
Clase de precisión	0.2   3P
Carga de precisión (VA)	50   50
Resistencia térmica total en secundarios (VA)	1000

Fuente: Energía del Pacífico 230 kV GIS Tender: 1149150SLV (Datos técnicos y Funcionamiento)

Los planos de la nueva alternativa se presentan en la Figura 1-1.

### 1.2.2 Distribución de áreas para la planta de energía térmica

El Proyecto se ubicará dentro del Puerto de Acajutla, en terrenos propiedad de CEPA. Los principales componentes de la Central Térmica con sus respectivas áreas se presentan a continuación en Tabla 1-6 y Tabla 1-7:

<b>Tabla 1-6 - Áreas a ocupar por la Central Térmica y la Subestación Eléctrica</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje</b>
Subestación eléctrica	12,000.00	9%
Edificio principal	21,019.53	17%
Estanque de retención	2,812.32	2%
Estacionamiento	702.39	1%
Varias estructuras	1,819.26	1%
Calles	5,700.26	5%
Área para 4 pozos	314.6	0%
Área de uso futuro	59,031.46	47%
Área verde	23,031.27	18%
<b>Área total:</b>	<b>126,431.09</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Equipo consultor, 2018.*

<b>Tabla 1-7 - Áreas que serán ocupadas por recorrido de tubería y Sitio de Acopio</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje</b>
Recorrido de Tubería de GN en tierra	15,976.68	28%
Sitio de Acopio	40,876.53	72%
Total de áreas complementarias:	56,853.21	100%

*Fuente: Equipo consultor, 2018.*

En la Figura 1-2 se puede observar la distribución de la Planta Termoeléctrica.

### 1.2.3 Pérdida de infiltración

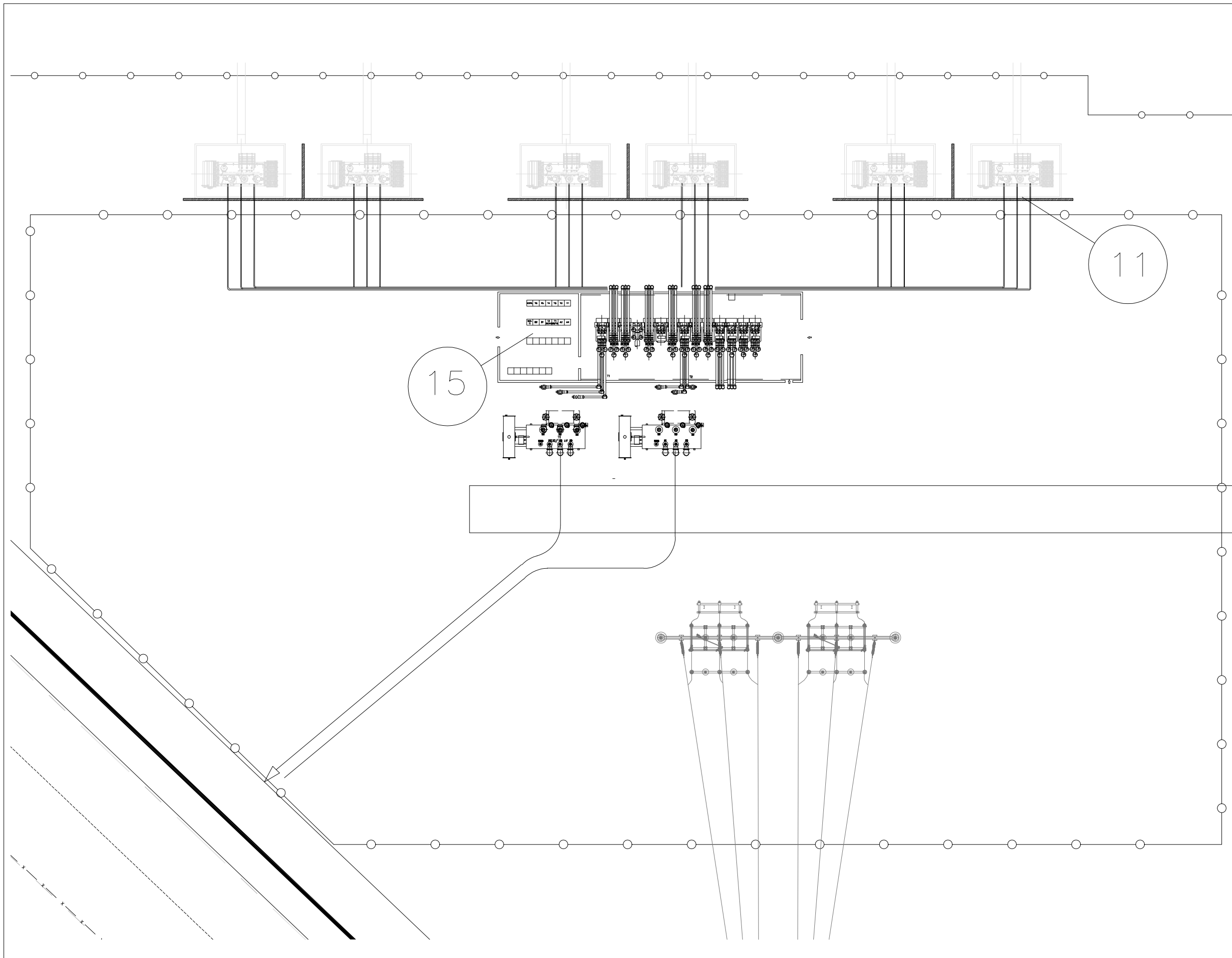
El GIS requiere menos área que la subestación propuesta anteriormente. Con la reducción de esta área, se espera que también se reduzca el área de pérdida de infiltración o el área total pavimentada. El tipo de material molido que se utilizará para la planta de energía térmica y el área de la subestación se detalla de la siguiente manera:

- a. Pavimento / asfalto u hormigón para caminos de acceso;
- b. Grava en áreas de tanques, subestación; y
- c. Pasto en jardines, donde no hay tráfico. El material restante de los movimientos de tierra se usará para llenar estas áreas

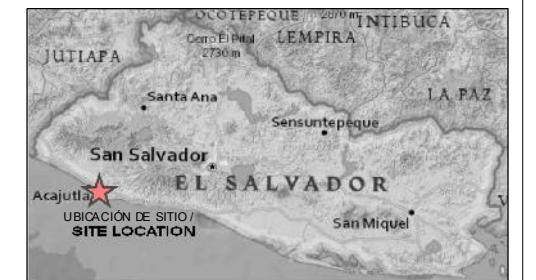
## ENERGÍA DEL PACÍFICO LNG TO POWER PROJECT

### PLAN DE SUBSTACIÓN ELÉCTRICA / ELECTRICAL SUBSTATION PLAN

FIGURA 1.1 / FIGURE 1.1



INTERCONNECTION POINTS (PUNTOS DE INTERCONEXION)	
No.	System (Sistema)
1	LFO/Block start (Arranque)
2	Natural gas (Gas Natural)
3	Lubrication oil system (Sistema de lubricacion)
6	Raw water (Agua no tratada)
7	Sewage water system (Sistema de agua residuales)
8	Rejected water (Agua rechazada)
9	Stormwater (Agua pluvial)
10	Sludge/Oily water system (Sistema de aguas grasas y aceitosas)
11	HV system (Sistema HV)
15	Telecommunication & RTU (Telecomunicación y RTU)
16	Telephone & Internet connection (Conexión de teléfono e Internet)



0 10 20 30 40 50m



FUENTE / SOURCE:  
PLANOS WARTSILA / WARTSILA SITE PLAN

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :  
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE  
C:/ECO.DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS  
C:/ECO.DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 20/12/2017





El nuevo detalle de áreas a impermeabilizar se presenta en la Tabla 1-8.

<b>Tabla 1-8 - Áreas impermeables</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>A pavimentar</b>	<b>%</b>
Subestación eléctrica	12,000.00	12,000.00	9%
Edificio principal	21,019.53	21,019.53	17%
Estacionamiento	702.39	702.39	1%
Estructuras varias	1,819.26	1,819.26	1%
Calles	5,700.26	5,700.26	5%
Áreas de pozos	314.6	314.60	0%
Estanques de retención	2,812.32	2,812.32	2%
Área verde	23,031.27		
Área con uso a futuro	59,031.46		
<b>Total de área impermeable:</b>	<b>126,431.09</b>	<b>44,368.36</b>	<b>35%</b>

*Fuente: Equipo consultor, 2018.*

Para reducir el impacto hidrológico por la generación de caudales en el área del proyecto, se van a construir obras de detención con capacidad de almacenar el volumen adicional a las condiciones sin proyecto. Dentro del área del proyecto, se ha diseñado un estanque para absorber el caudal original, correspondiente a 210L/s, basados en el diseño anterior. Se propone un estanque de detención consistente en una laguna y sistema de bombeo; ya que, el punto de descarga de este se encuentra en una cota superior, en la canaleta de CEPA, sobre el Boulevard Coronel Oscar Osorio.

El caudal calculado para el terreno sin proyecto generado, se basa en la intensidad máxima de lluvia, 0.17mm/min, para un período de retorno de 100 años es 179L/s, de acuerdo a la normativa de los Estados Unidos, por requerimiento del titular del proyecto. La duración de tormenta utilizada es de 24 horas. La diferencia de caudales entre las condiciones con y sin proyecto, es de 0.033m<sup>3</sup>/seg para el área de la subestación, y de 0.16m<sup>3</sup>/seg para el resto del terreno. Los datos de lluvia máxima diaria utilizados corresponden a la estación pluviométrica Acajutla, del período de 1971-2011 (41 años). No hay datos más recientes; sin embargo, el período analizado incluye eventos meteorológicos catastróficos, tales como IDA (2009), AGHATA (2010) y 12E (2011).

Preliminarmente, se prevé que el estanque de retención tendrá dimensiones mínimas de 24 x 60 metros en la base y 1.95 metros de altura, teniendo una capacidad de 2,812.32 m<sup>3</sup>. Estas dimensiones serán confirmadas durante la etapa de ingeniería final, siempre manteniéndose los criterios de diseño mencionados arriba. El tiempo de vaciado del tanque será el doble de llenado, para que se cumpla el criterio de impacto hidrológico cero.

El equipo de bombeo recomendado es de tipo sumergible, ya que estará sumergido dentro del estanque, Debido al bajo caudal y la pequeña carga hidráulica que debe vencer, se ha estimado una potencia requerida de 1.1 HP, dato a confirmar en la etapa de diseño final. El agua será evacuada en 48 horas. Se instalará una trampa de sólidos en el ingreso de las aguas lluvias a los estanques de detención, con el propósito de evitar que sólidos de gran tamaño puedan dañar la bomba, se recomienda utilizar una bomba sumergible para aguas residuales, ya que éstas tienen capacidad de manejar partículas sólidas de hasta 2 pulgadas de diámetro. El estanque será inspeccionado periódicamente para verificar que no existen obstrucciones o sedimentación excesiva en el mismo. La inspección debe ser diaria en época de lluvias, debiendo limpiar o retirar basura y sedimentos cuando sea necesario.

### 1.2.4 Movimiento de tierra

Como el GIS requiere menos área, requiere menos trabajos de terracería. Se supone que la reducción en el volumen requerido de movimientos de tierra en el área de la subestación es proporcional a las áreas de los patios de conmutación AIS y GIS, se multiplica por el volumen preliminar de las cantidades previstas de movimiento de tierras. El cálculo sugiere que los movimientos de tierra se reducirán al 65% del área previamente estimada, que se explica de la siguiente manera:

AIS 24,000m<sup>2</sup>

GIS 12,000m<sup>2</sup>

-- > proporción  $12,000/24,000 = 0.5$  + área de descanso,  $0.15 = 0.65$  o 65%.

Reducción en el volumen de excavación en la subestación:  $9,300 \text{ m}^3 \times (1-0.65) = 3,255 \text{ m}^3$

La siguiente Tabla 1-9 muestra los volúmenes totales previstos de movimiento de tierra en la Central Térmica, que se ha reducido de 85,000.00m<sup>3</sup> a 81,745.00 m<sup>3</sup>, debido a los cambios propuestos a la subestación.

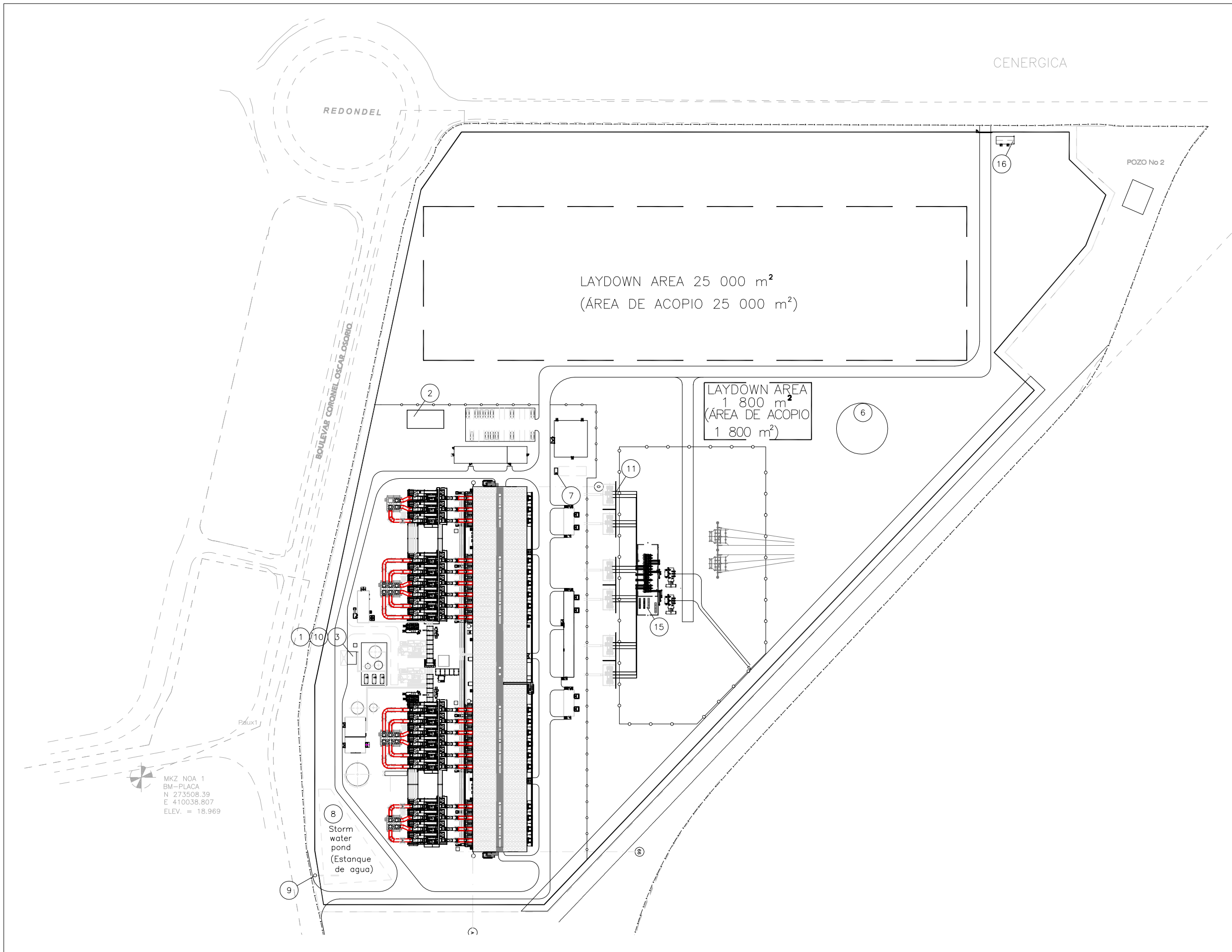
Tabla 1-9 - Volumen esperado de movimiento de tierras		
Descripción	Cantidad	Unidad
Recolección de suelo orgánico en propiedad arrendada para la Central Térmica	46,745.00	m <sup>3</sup>
Recolección de suelo orgánico en áreas de disposición	35,000.00	m <sup>3</sup>

Fuente: Equipo consultor, 2018.

## ENERGÍA DEL PACÍFICO LNG TO POWER PROJECT

### ZONIFICACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN / GENERAL ZONING OF THE LAYDOWN AREA

FIGURA 1.2 / FIGURE 1.2



INTERCONNECTION POINTS (PUNTOS DE INTERCONEXION)	
No.	System (Sistema)
1	LFO/Black start (Arranque)
2	Natural gas (Gas Natural)
3	Lubrication oil system (Sistema de lubricacion)
6	Raw water (Agua no tratada)
7	Sewage water system (Sistema de agua residuales)
8	Rejected water (Agua rechazada)
9	Stormwater (Agua pluvial)
10	Sludge/Oily water system (Sistema de aguas grasas y aceitosas)
11	HV system (Sistema HV)
15	Telecommunication & RTU (Telecomunicación y RTU)
16	Telephone & Internet connection (Conexión de teléfono e Internet)



0 10 20 30 40 50m



FUENTE / SOURCE:  
PLANOS WARTSILA / WARTSILA SITE PLAN

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :  
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE  
C:/ECO.DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS  
C:/ECO.DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 20/12/2017



## 1.3 Descripción de la nueva Terminal Marítima

### 1.3.1 Descripción de FSRU

La ubicación de los elementos marinos estará básicamente de donde fueron originalmente propuestos en el EsIA anterior. La FSRU será, una FSU existente, adaptada con el equipo de regasificación. Los buques Gemmata e Hispania, que se presentaron en el EsIA original siguen siendo las opciones más probables para el FSRU.

La FSRU se amarrará de forma permanente, mediante un nuevo Sistema de Catenaria Restringida (RCM), que se explica con más detalle en la sección 1.3.2. El sistema de almacenamiento FSRU, tendrá una capacidad de LNG de entre: 138,000-174,000m<sup>3</sup>, aproximadamente.

En el EIA de 2016 se presentaron las especificaciones detalladas de los buques *HISPANIA SPIRIT* y *GEMMATA*. *HISPANIA SPIRIT* fue construido en 2002 y tiene tanques tipo membrana (GT 96) con una capacidad total de 140,678 m<sup>3</sup>. El *GEMMATA* fue construido en 2004 y tiene tanques esféricos Moss Rosenberg con una capacidad total de 138,000 m<sup>3</sup> (Ver Fotografía 1-1 y Fotografía 1-2).

La Tabla 1-10 muestra las características principales sobre los buques mencionados anteriormente:

Tabla 1-10 - Posibles FSU para utilizar Unidad de Regasificación de Almacenamiento Flotante		
Característica	<i>HISPANIA SPIRIT</i>	<i>GEMMATA</i>
Bandera	España	Singapur
Tipo	Barco cisterna	Barco cisterna
Tonelaje bruto	94822	111459
Desplazamiento	79363	72727
Largo x manga	279.8m x 43.4m	290m x 46.28m
Año de construcción	2002	2004
Estado	Activo	Activo

Fuente: *Energía del Pacífico, 2014.*

**Fotografía 1-1 - Buque Gemmata**



*Fuente: vesseltracker.com*

**Fotografía 1-2 - Buque Hispania Spirit**



*Fuente: vesseltracker.com*

Los espacios entre el casco interior del buque y el casco exterior se utilizan para el lastre del buque y como protección de los tanques de carga en situaciones de emergencia, como una colisión o una cadena. Los tanques de carga están separados de otros compartimentos por cinco ataguías transversales, que son compartimentos secos.

Los espacios de lastre alrededor de los tanques de carga están divididos en dos tanques laterales de doble fondo, babor y estribor, en cada tanque de carga.

La FSRU tendrá tres motores de combustión interna (IC) de 4.5MW que funcionarán con gas natural. Se espera que los tres motores funcionen a la tasa máxima de envío de gas de 280 MMSCFD. Cada motor IC consumirá aproximadamente 450 kg / hora de gas natural. Los motores IC también tendrán la capacidad de operar con combustible diésel en situaciones de emergencia.

Como fuente de energía alternativa, se instalará un cable submarino de energía eléctrica de 6 a 8 pulgadas de diámetro junto a la instalación de la tubería submarina a través de la metodología HDD que se describe en las siguientes secciones.

Para enfriamiento de los motores, se instalará un sistema de refrigeración que consistirá en intercambiadores de calor de casco y tubo que utilizarán agua de mar como medio refrigerante. La ingesta de agua de mar para refrigeración será de 1.200 m<sup>3</sup>/h mientras está operando para la Terminal Marítima

La FSRU tendrá un generador de agua dulce de aproximadamente 6 toneladas/día para las necesidades del personal.

Otras especificaciones generales incluyen:

- Tanques de agua de lastre, incluidos los tanques de pico: suficientes para mantener la quilla incluso en todas las condiciones de carga.
- Combustible pesado: no requerido.
- Combustible diésel: suficiente para alimentar la FSRU con su propio combustible durante 10 días.
- Tanque de agua dulce: 400m<sup>3</sup>.
- Tanques de agua destilada: al diseño del constructor.

Los elementos tales como tanques de carga, tanques de lastre de agua, tanques de combustible, tanques de agua dulce se organizarán en el casco de la FSRU, según el diseño del fabricante.

#### 1.3.1.1 Tanques de carga

Cuatro o cinco tanques MOSS ó dos de membrana, se instalarán en el casco de la FSRU.

*En el caso de los tanques de membrana:* La membrana primaria está hecha de SS304L y la secundaria, está hecha de membrana compuesta INVAR. El aislamiento se instala en cada membrana para minimizar el ingreso de calor al sistema de carga de LNG.



Por lo tanto, este sistema de membrana tiene una barrera completamente secundaria que utiliza un sistema patentado en muchos portadores de LNG. Si hay una fuga de la membrana primaria, la segunda membrana está diseñada de acuerdo con el Código Internacional de Gaseos (IGC).

La detección de fugas también se proporciona para este sistema de membrana. Los dos espacios de aislamiento independientes se lavan continuamente con nitrógeno gaseoso. La integridad de ambas membranas se controla permanentemente mediante la detección de hidrocarburos en el gas nitrógeno.

*Para los tanques MOSS:* Los tanques están encerrados dentro de espacios vacíos del casco. Los espacios entre el casco interno y el casco exterior se utilizan como lastre y también proporcionan protección a los tanques de carga en caso de una situación de emergencia, como una colisión o una puesta a tierra. La base de esta filosofía de diseño es el concepto de "fuga antes de fallar". Esto supone que la barrera principal fallará progresivamente, no repentina o catastróficamente.

En el caso de una posible grieta en el material del tanque, una pequeña fuga de LNG dentro del aislamiento será detectada inmediatamente en una etapa temprana por el sistema de detección de gas instalado en el área del anillo ecuatorial y en la bandeja de goteo. Las bandejas de goteo, instaladas directamente debajo de cada tanque de carga, están equipadas con sensores de temperatura para detectar la presencia de LNG.

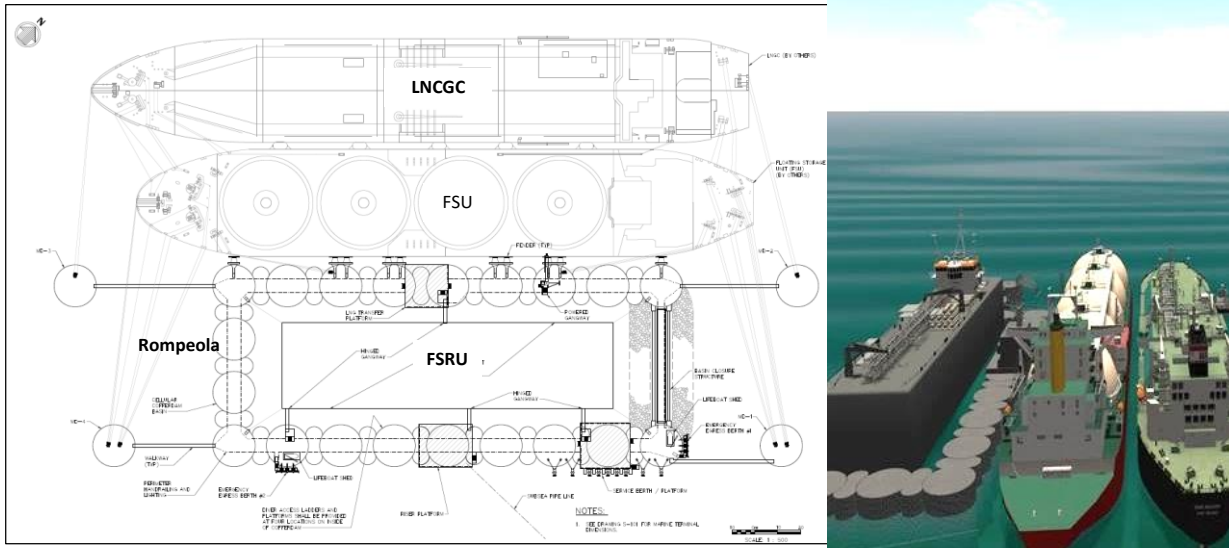
Se espera que las características típicas de los tanques sean las mismas que las informadas previamente en el EIA y que cumplan con todas las normas y estándares de la industria.

### 1.3.2 Sistema de amarre para FSRU

El sistema de amarre anterior para la terminal marítima consistió en una ataguía que contiene la FSRU, que será sustituida por un sistema de amarre catenario restringido (RCM), para el amarre permanente de una unidad de regasificación de almacenamiento flotante (FSRU) frente a la costa de Acajutla, El Salvador, a aproximadamente 1,400m de la costa, a una profundidad del agua de aproximadamente 17m. La nueva alternativa tiene menos impacto ambiental que la anterior y tiene otras ventajas relacionadas con la construcción, la instalación, la operación, el mantenimiento continuo y el costo total, como se describe en las secciones siguientes.

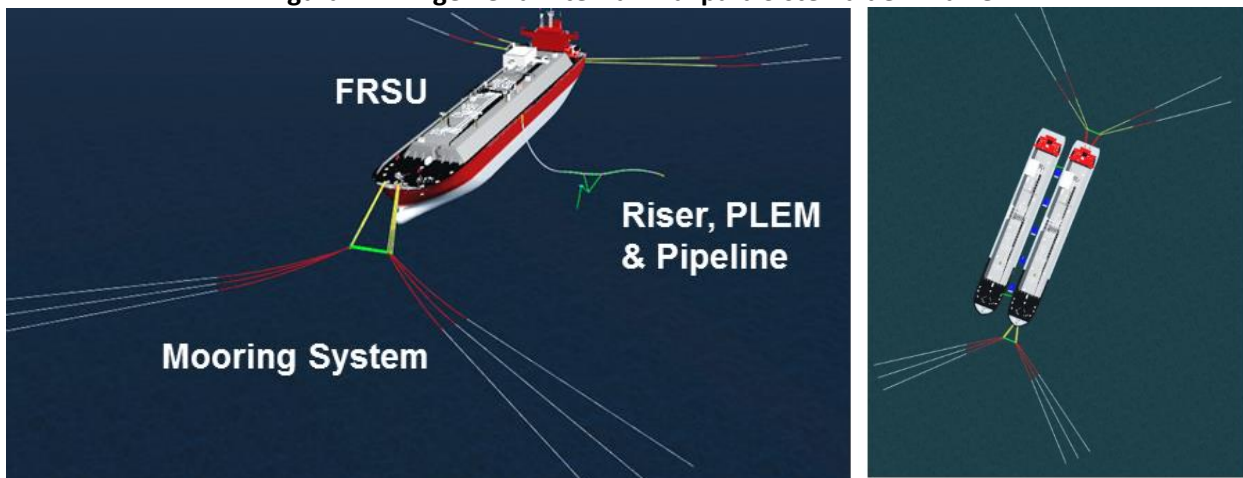
Figura 1-3 muestra la alternativa de ingeniería anterior con ataguía, y la Figura 1-4 muestra la nueva alternativa que consiste en el sistema RCM.

**Figura 1-3 - Ingeniería Alterna Previa para Sistema de Amarre**



Fuente: M&F Feed Drawings, 2016

**Figura 1-4 - Ingeniería Alterna Final para Sistema de Amarre**



Fuente: CAN Systems "RCM – System Description", noviembre 2017.

La Terminal Marítima estará formada por un FSRU fijado en posición mediante el sistema de amarre RCM, dicho sistema permitirá el atraque LNGC por medio de un sistema Barco-a-Barco. El LNGC va a atracar solo cuando sea necesario abastecer al FSRU. El LNGC atracará a un costado del FSRU. Se ubicará espuma flotante o defensas neumáticas entre ambos barcos, para protección durante el atraque.

El sistema RCM es un sistema formado por líneas de amarre que actúan como un sistema de amarre extendido (Spread Mooring).



A continuación, se mencionan los componentes clave:

**1. Sistema de amarre en proa**

Cadenas, agrupadas desde la proa del buque y una cadena de restricción para sostener las líneas de amarre juntas.

**2. Restrictor de Cadena**

Mantiene las líneas de amarre juntas para evitar interferencia con el casco de la embarcación.

**3. Tubería elevadora y cable umbilical**

La tubería elevadora se ubicará hacia un costado de la embarcación. El cable umbilical estará montado sobre la tubería elevadora y servirá para la operación y control del Múltiple de Fin de Tubería (PLEM).

**4. PLEM**

Múltiple de fin de tubería (Pipeline End Manifold, PLEM) ubicado al final de la tubería elevadora y representa la transición de la tubería al fondo marino.

**5. Líneas de amarre en popa**

Cuerdas de poliéster y cadenas, agrupadas desde la popa del buque con un restrictor de cadena para sostener las líneas de amarre juntas. La parte superior (arriba de las cadenas de restricción) serán cadenas, mientras que la primera porción de la parte inferior (debajo de las cadenas de restricción) serán cuerdas de poliéster para evitar que exista interferencia con las tuberías existentes en el sitio. Después de que las cuerdas de poliéster crucen las tuberías existentes, la línea de amarre será compuesta de cadena.

**6. Tubería**

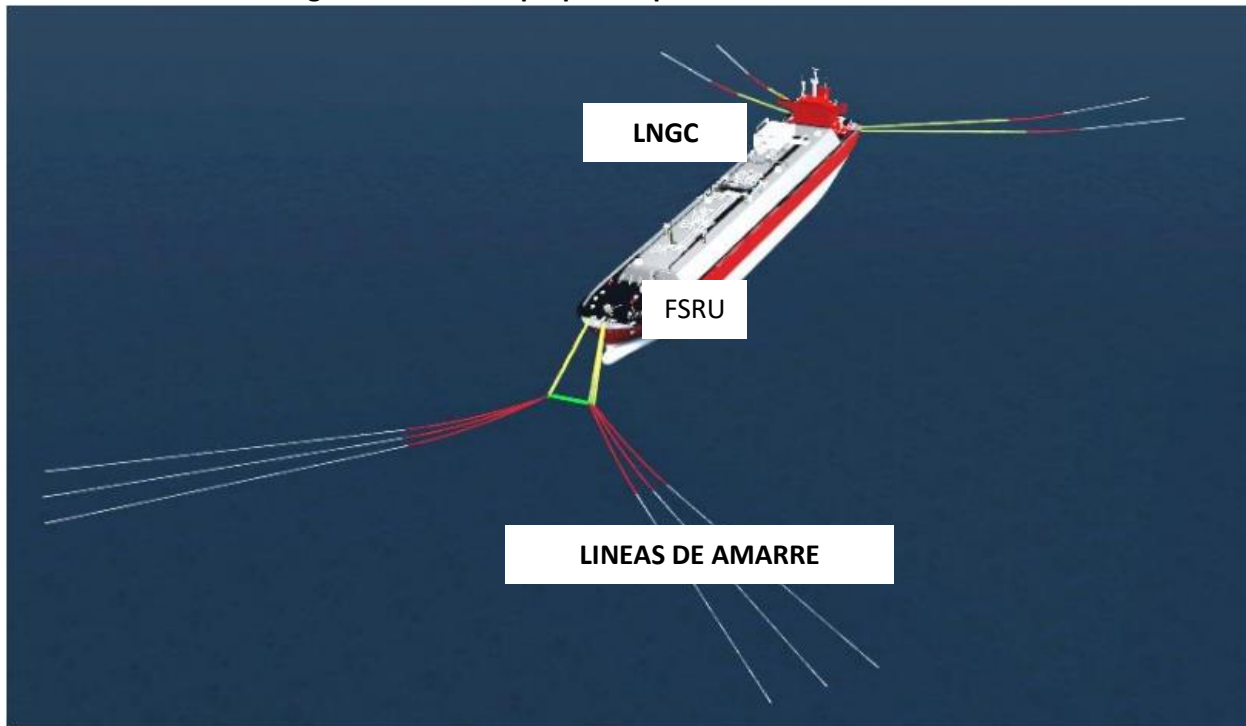
Una tubería de gas de 24 pulgadas y de 1,400m de longitud va desde el PLEM hasta el punto de conexión en la costa.

**7. Cable de Potencia Eléctrica**

Un cable submarino de potencia/energía eléctrica de 6 a 8 pulgadas será instalado a la par de la tubería de gas.

La Figura 1-5 se muestra un diseño típico de la Terminal Marítima con la opción RCM.

**Figura 1-5 - Diseño propuesto para la Terminal Marítima**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

El suministro de gas natural ya regasificado, a ser proporcionado por el FSRU, se transportará a través de una tubería submarina la cual continuará enterrada hasta llegar a la planta de energía.

En tierra, la tubería incluirá una estación de medición, indicador de integridad de la tubería, estación de receptor para PIG, válvula de cierre de emergencia (ESD) y válvulas de purga. Esta infraestructura en tierra se ubicará dentro del terreno cercado de la Central Térmica.

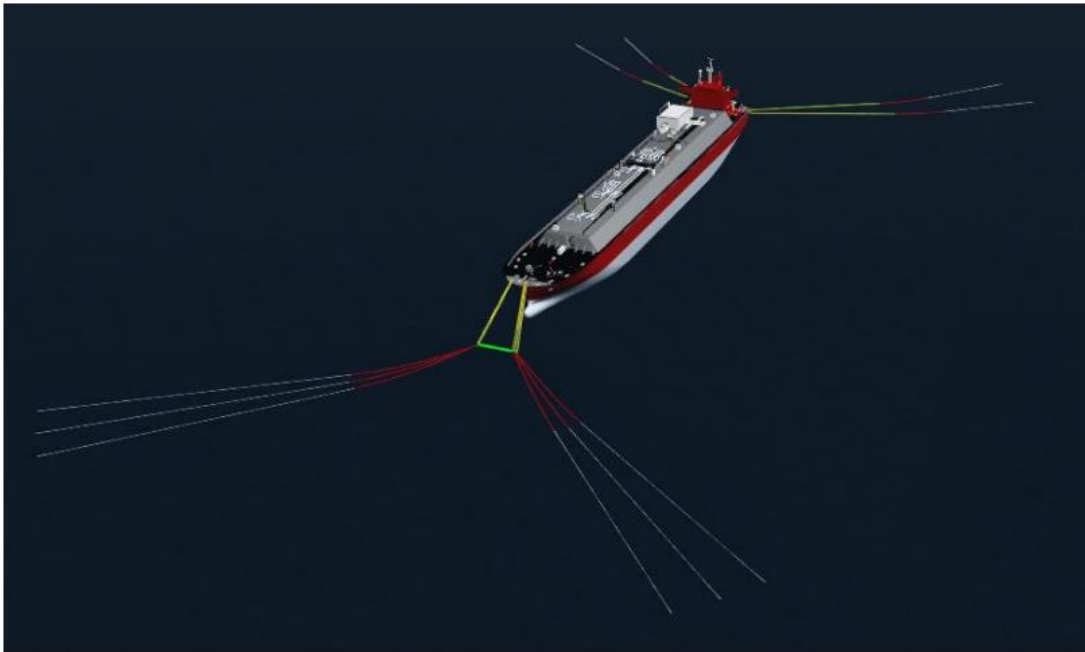
En la figura 1-7 se presenta la ubicación de los elementos en el mar. A continuación, se describen los elementos del sistema.

### **1.3.3 Descripción de Componentes del Sistema RCM**

#### **1.3.3.1 Líneas de Proa**

Líneas de amarre en proa 3+3 con anclas de uñas con restricción. El restrictor en la parte superior de las líneas ayuda a que se utiliza un sistema de amarre prácticamente horizontal debajo del restrictor, y un cantiléver relativamente menor que es favorable con respecto a la profundidad del sitio. Las cadenas de restricción se muestran en verde. Ver Figura 1-6.

**Figura 1-6 - Amarre de Catenaria Restringida en 17 metros de profundidad**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

### 1.3.3.2 Cadenas de Restricción

Las cadenas de restricción contienen las líneas de sotavento reubicadas apuntando hacia el frente, haciendo posible la configuración de líneas de amarre de 3+3. Los movimientos horizontales en las cadenas de restricción son pequeños y hace factible la configuración de tubería elevadora. El restrictor se mantiene en tensión y junta las líneas de amarre para mantener a estas líneas alejadas del LNGC. El restrictor también disminuye el tamaño del voladizo.

El sistema de restricción consistirá de una serie de cadenas ordenadas por una estructura conocida como "Triplate"<sup>1</sup> y que desembocan en terminales tipo-H (H-links).

En la Figura 1-88 se muestra un esquema del sistema de Cadenas de Restricción, los planos constructivos del mismo serán desarrollados mediante la ingeniería de detalle y presentados para aprobación de la AMP en la solicitud del permiso de construcción.

<sup>1</sup> El sistema "Triplate" es utilizado como una junta de transición entre dos elementos mecánicos en la construcción de buques y proyectos costero/marinos de larga escala.





# Energía del Pacífico

## ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

### UBICACIÓN DE ELEMENTOS EN EL MAR / LOCATION OF ELEMENTS IN THE SEA

FIGURA 1.7 / FIGURE 1.7

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDAD DE CEPA / CEPA PROPERTY



FUENTE / REFERENCE  
 VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /  
 WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM/SFG  
 MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW  
 PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:  
 G:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXD\Reporting - 2016\4-1 - Project  
 Location.mxd

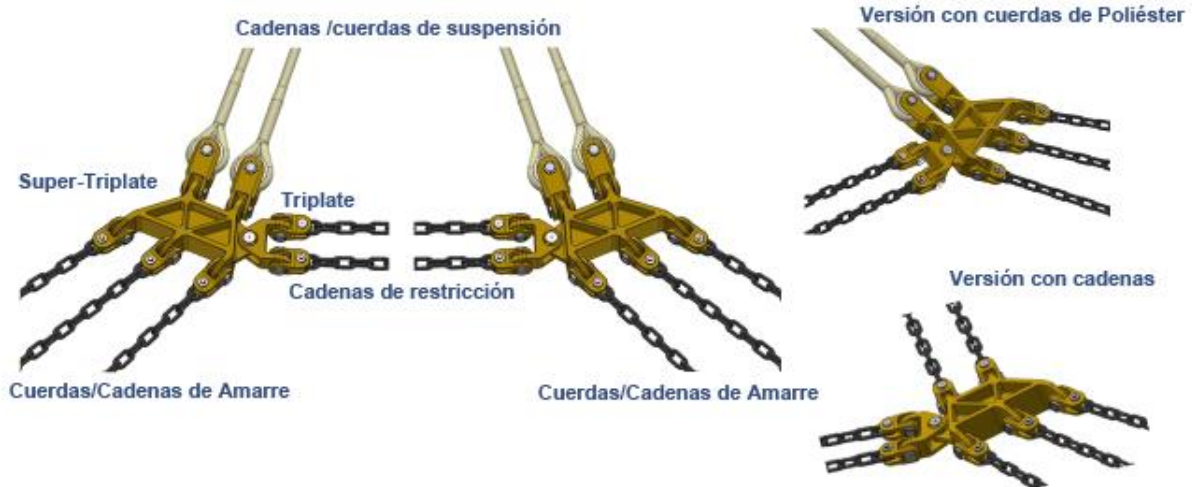
PROYECTO / PROJECT: 163489  
 ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL  
 FECHA / DATE: 1/17/2018





**Figura 1-8 - Sistema de Cadenas de Restricción**

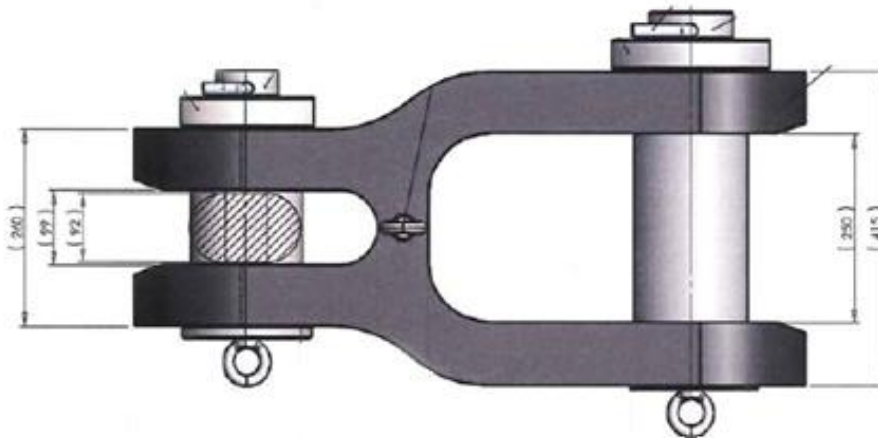
## Cadenas de Restricción



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

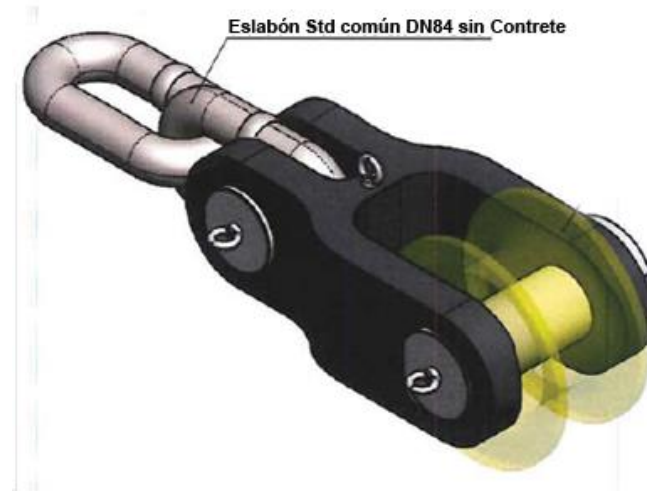
En las Figura 1-9 y Figura 1-10, puede observarse un esquema típico de un terminal tipo H (H-link) y un eslabón sin concreto similares a los que serán utilizados en el sistema de cadenas de restricción. Tanto las cadenas, como los “Triplate” estarán diseñados para cumplir con las normas anti corrosión aplicables a la industria.

**Figura 1-9- Esquema de Terminal tipo H (H-link)**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

**Figura 1-10- Esquema de Terminal tipo H (H-link) con un Eslabon Tipico sin Concreto**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

### 1.3.3.3 Tubería elevadora (Riser)/Umbilical

El diseño preliminar considera una tubería elevadora flexible de 14" de diámetro. El sistema 3D de tubería elevadora (Riser) se muestra en la Ilustración 7. El Riser irá desde el PLEM hasta un costado del FSRU. Como se muestra en la figura 1-11.

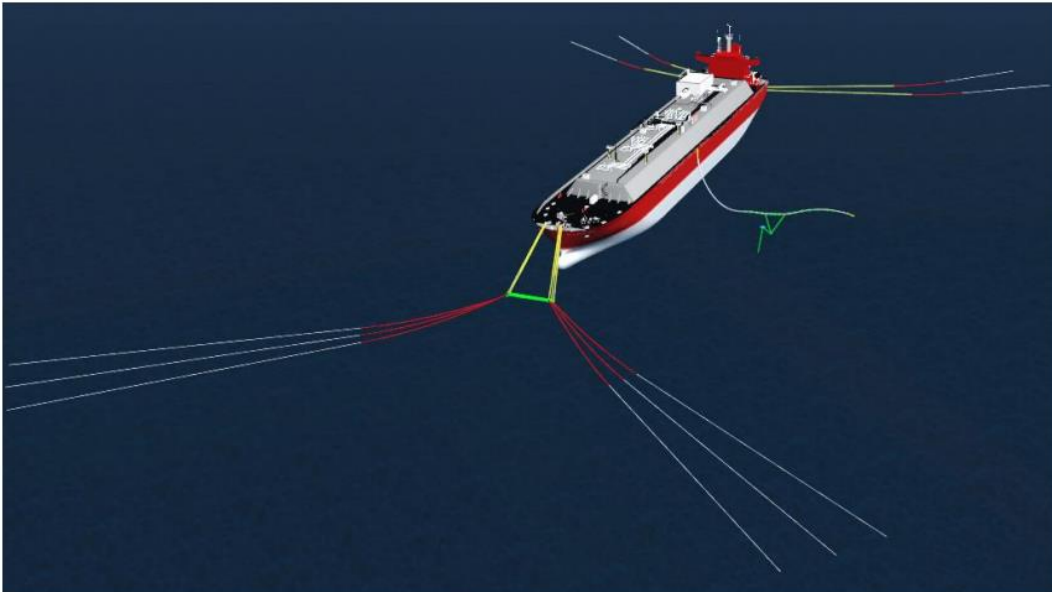
**Figura 1-11 - Configuración de tubería elevadora 3D**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

Se realiza una atadura entre el barco y la tubería elevadora con una brida mediante dos abrazaderas especiales. La parte superior termina con un ángulo con el objetivo de proveer suficiente holgura con el casco de la embarcación. Ver figura 1-12.

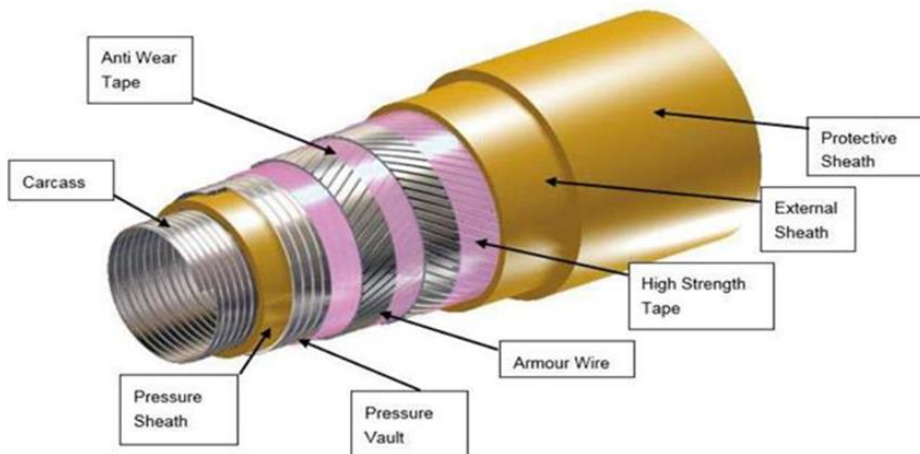
**Figura 1-12 - Arreglo de la tubería elevadora en el medio del barco y líneas de amarre**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

La Figura 1-13, muestra los componentes de la tubería elevadora (Riser):

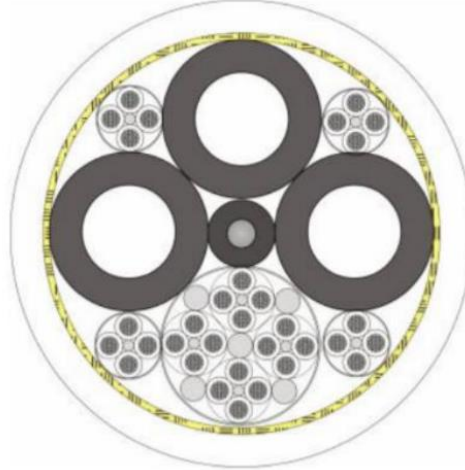
**Figura 1-13 - Componentes Tubería Elevadora**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

Una tubería umbilical será provista para el control y operación del PLEM. Una sección típica de una tubería umbilical se muestra a continuación en la Figura 1-14.

**Figura 1-14 - Sección típica de tubería umbilical**

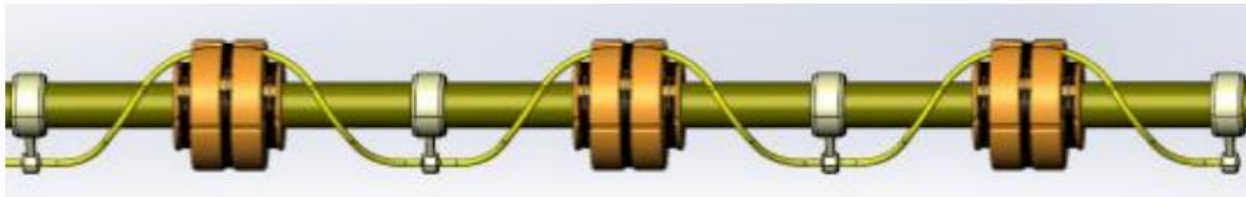


*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

Se prevé un cable umbilical para el control y el funcionamiento del PLEM. Se propone el sistema piggy-back para llevar el cable umbilical al Riser. (Ver Figura 1-15)

El sistema piggy-back requiere de abrazaderas espaciadoras a lo largo del Riser. El cable umbilical puede ser cambiado, de ser necesario, sin tener que desacoplar la tubería elevadora o sus accesorios.

**Figura 1-15 - Sistema piggy-back con espaciadores**



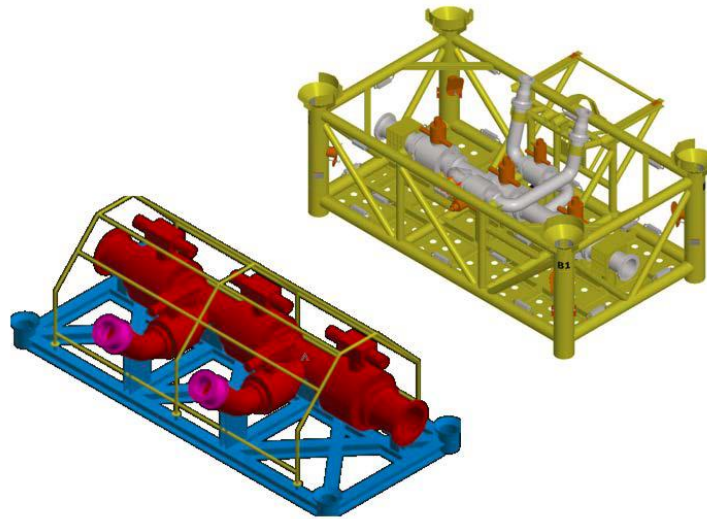
*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

#### 1.3.3.4 Colector de extremo de tubería (PLEM)

El PLEM conectará el sistema de línea de flujo preinstalado al Riser/cable umbilical del sistema RCM. El PLEM deberá pesar aprox. 100 toneladas métricas y tienen una huella típica de 10m x 10 m. Ver figura 1-16.



**Figura 1-16 - Sistema piggy-back con espaciadores**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

#### 1.3.3.5 Líneas de popa

Se propone un arreglo de líneas de amarre 2+2 en la parte posterior del FSRU para mantenerlo en posición. Por lo tanto, se requerirían 4 líneas de amarre traseras con una longitud de 250 m aproximadamente. Las líneas de amarre en popa se presentan en un arreglo que permite fijar la orientación del RCM en todas las condiciones. El arreglo de amarre propuesto no interferirá con el tránsito del buque GNLC para la operación barco-a-barco (ship to ship). Ver figura 1-17.

**Figura 1-17 - Buque “Sendje Berge” en el Campo Petrolero Okwori, Nigeria**



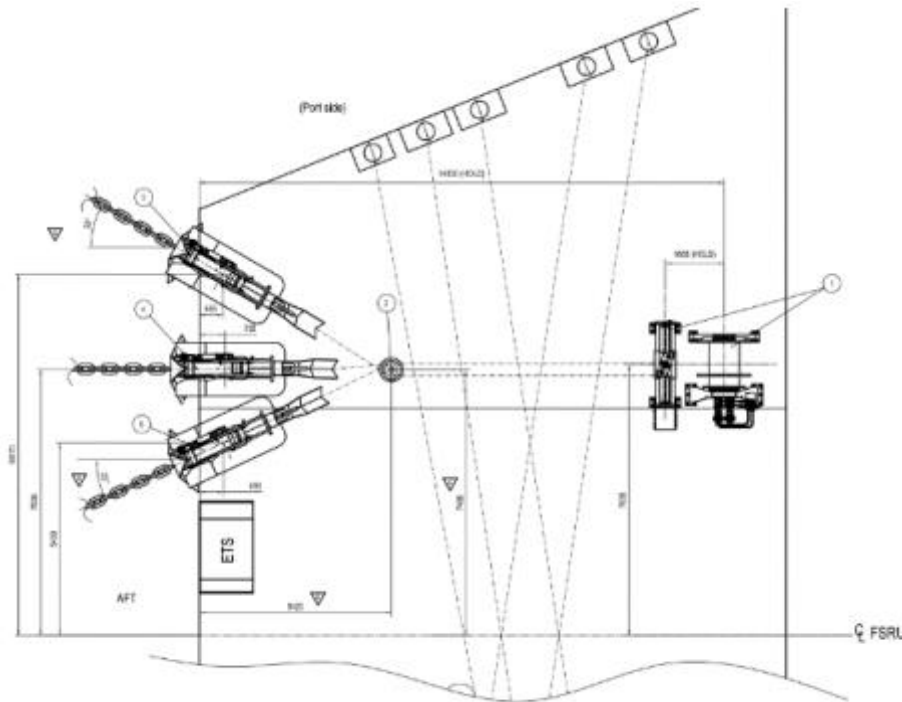
*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

Condiciones normales de operación:

- El Halado de las cadenas se hace por medio de cabrestantes de amarre ordinarios
- El exceso de longitud de las cadenas en la cubierta puede ser manejado mediante el uso de un cabrestante auxiliar.

Después de alcanzar el nivel de pre-tensionamiento, los trinquetes de detención en los retenedores de liberación rápida son cerrados. Los trinquetes de detención son operados mediante cilindros hidráulicos. Ver figura 1-18.

**Figura 1-18 - Arreglo de amarre de popa en cubierta**



*Fuente: CAN Systems RCM Description Rev C.*

La cadena es halada hacia el retenedor de liberación rápida por medio de maquinaria existente en cubierta, la desconexión posterior de las cadenas se hace siguiendo el mismo principio. En caso de ser necesario, los mismos cabestrantes pueden ser usados para el ajuste de las líneas de amarre.

El halado y tensionado de las líneas se realizará de acuerdo a la siguiente secuencia:

- Introducir las líneas exteriores hasta la marca
- Introducir las líneas interiores hasta la marca
- El rumbo deberá ser en ese momento 214°.

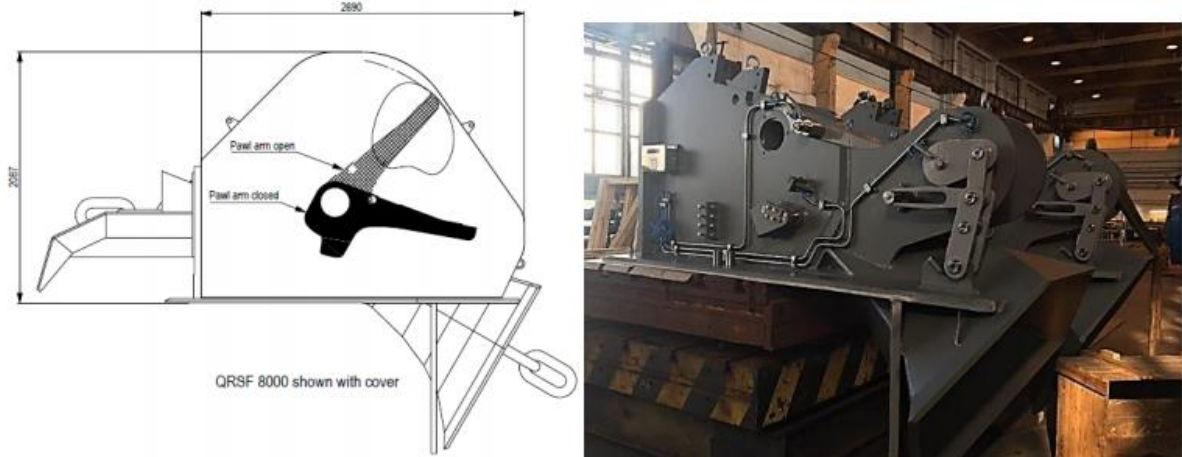
#### 1.3.3.6 Retenedor de Liberación Rápida con guías (Quick Release Stopper, QRSF)

El Retenedor de Liberación Rápida con guías (Quick Release Stopper, QRS) tiene una construcción bastante simple. Cada retenedor consiste de las siguientes partes principales: Ver figura 1-19 y 1-20.

- Cuerpo de la guía, para ser soldado a la cubierta y a un costado del buque. Trinquete de cadena con bisagras.
- Cierre mecánico sobre el centro del mecanismo para soportar cargas de amarre.

- Cilindros hidráulicos para actuador de trinquete de cadena
- Plataforma de conexión para mangueras hidráulicas

**Figura 1-19 - Retenedor de liberación rápida con guías**

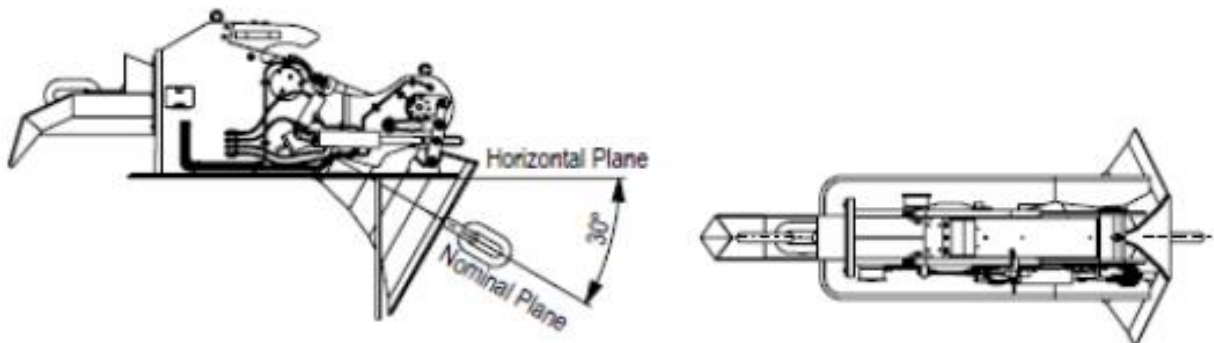


Fuente: EDP, 2018

Funciones:

- “Halar a través y cerrar” retenedor de cadena con guía integrada
- Cierre mecánico con mecanismo – Over-center-
- Diseño óptimo para la vida útil de la cadena
- Liberación a tensión completa
- Prototipo probado a 3500 kN
- Para ser soldado a cubierta
- Liberación hidráulica hasta 500 TON de carga
- Monitoreo de tensión

**Figura 1-20 - Arreglo general**



Fuente: EDP, 2018

Interface estructural:

- El retenedor de liberación rápida con guía está diseñado para ser soldado directamente en un corte en la popa del FSRU y adyacente al enchapado principal de la cubierta
- Las cargas horizontales en el retenedor de cadenas serán transferidas directamente a la estructura de la cubierta
- La estructura de entrada (tipo bellmouth) será diseñada para acoplarse a la estructura nueva y ya existente por debajo de la cubierta principal
- Se espera que sea necesario reforzamiento adicional de la estructura de la cubierta

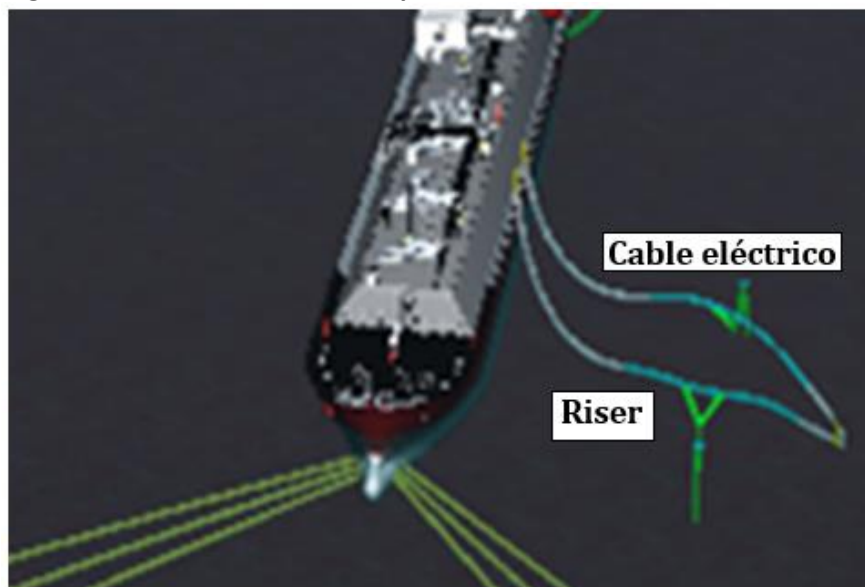
### 1.3.3.7 Cable de energía eléctrica

Se instalará un cable de energía eléctrica desde la planta de generación EDP hasta el FSRU. Este cable será instalado a la par de la tubería de gas utilizando la metodología HDD descrita.

El diseño preliminar prevé que el cable será de 6 a 8 pulgadas de diámetro, será construido de cobre recocido. El cable cumplirá con los estándares ISO 13628-5, ISO 13628-5, IEC 60502 (O estándar norteamericano similar) entre otros.

Se prevé que el cable de energía eléctrica será elevado a la par del Riser solo que la curvatura será hacia el lado opuesto como se muestra en la Figura 1-21.

**Figura 1-21 - Cable eléctrico a la par de la tubería elevadora flexible**



*Fuente: EDP, 2018*

En la Figura 1-22 se muestra la configuración típica del cable de energía.

**Figura 1-22 - Configuración típica del cable eléctrico**



*Fuente: EDP, 2018*

### 1.3.4 Estudios Hidrodinámicos de los Sistemas Amarre Numéricos y Físicos

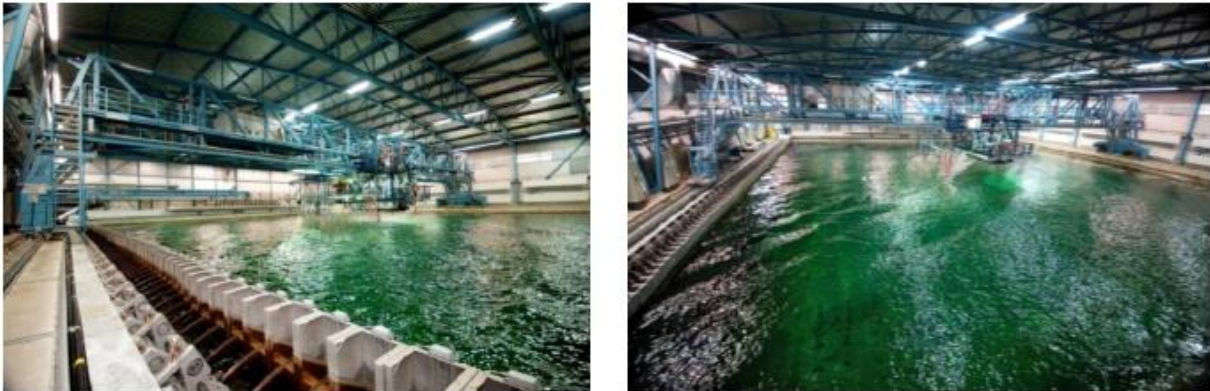
El arreglo previamente descrito junto con el sistema RCM está siendo estudiado y confirmado por “Marin Engineering”, una compañía noruega, especializada en el proceso de diseño y optimización de terminales marítimas de descarga. El alcance de trabajo de Marin incluye el desarrollo de los análisis de amarre dinámicos utilizando software propio. Un estudio de difracción está siendo llevado a cabo utilizando software propietario llamado DIFFRAC. Los efectos de masa, amortiguación, cargas de olas, y desviación por olas son calculadas por el programa con el fin de compilar una base de datos hidrodinámicos basados en las características del FSRU y el LNGC.

Posteriormente, la base de datos generada por DIFFRAC se utiliza como insumo para el software propio aNySIM-XMF el cual es un programa basado en dominio de tiempo (time domain) el cual calcula el comportamiento de los múltiples cuerpos flotantes bajo la acción combinada de la marea, olas de viento, corriente y viento. Este programa también considera los efectos y parámetros de las líneas de amarre y otros componentes mecánicos ejercidos en los cuerpos flotantes.

Posteriormente el diseño será sometido a pruebas de modelo físicas utilizando piscina con características meta-oceánicas a escala y con buques a escala. El laboratorio de piscina offshore genera olas de cresta larga y corta. La piscina es de dimensiones de 45 metros de largo y 36 metros de ancho con profundidad ajustable. La piscina ha sido diseñada para hacer pruebas de modelos de estructuras offshore fijas, fondeadas, o controladas por posicionamiento dinámico en olas, viento y corrientes. Las playas de la piscina son diseñadas para minimizar reflexiones de ola aun para eventos de marea de periodo largo como son experimentadas en la zona del proyecto. Ver Fotografía 1-3.



**Fotografía 1-3 - Piscina de pruebas de modelo físicos**



*Fuente: EDP, 2018*

Estas pruebas serán utilizadas para:

- Calibrar el diseño de amarre en condiciones extremas y operacionales
- Confirmar el desempeño del FSRU y LNGC durante la descarga
- Calibrar datos de movimiento relativo como velocidades y aceleraciones
- Cuantificar la amortiguación de movimiento de baja frecuencia
- Proveer calibración a los modelos hidrodinámicos numéricos
- Estudiar el comportamiento del riser en varias condiciones.

El sistema de amarre RCM está siendo diseñado con redundancia suficiente para que el FSRU se mantenga atracado al fondo del mar aun en la situación de falla de cualquier componente singular. Basado en la fuerza del RCM, remolcadores de espera no serán necesarios. Aun así, siempre existirá un remolcador del proyecto con tripulación lista para responder en cualquier momento a emergencias o incendios.

### 1.3.5 Tuberías

Las características de la tubería se presentan en la Tabla 1-11. Estas características son consistentes con lo que se presentó en la EsIA original, variando únicamente la presión de operación.

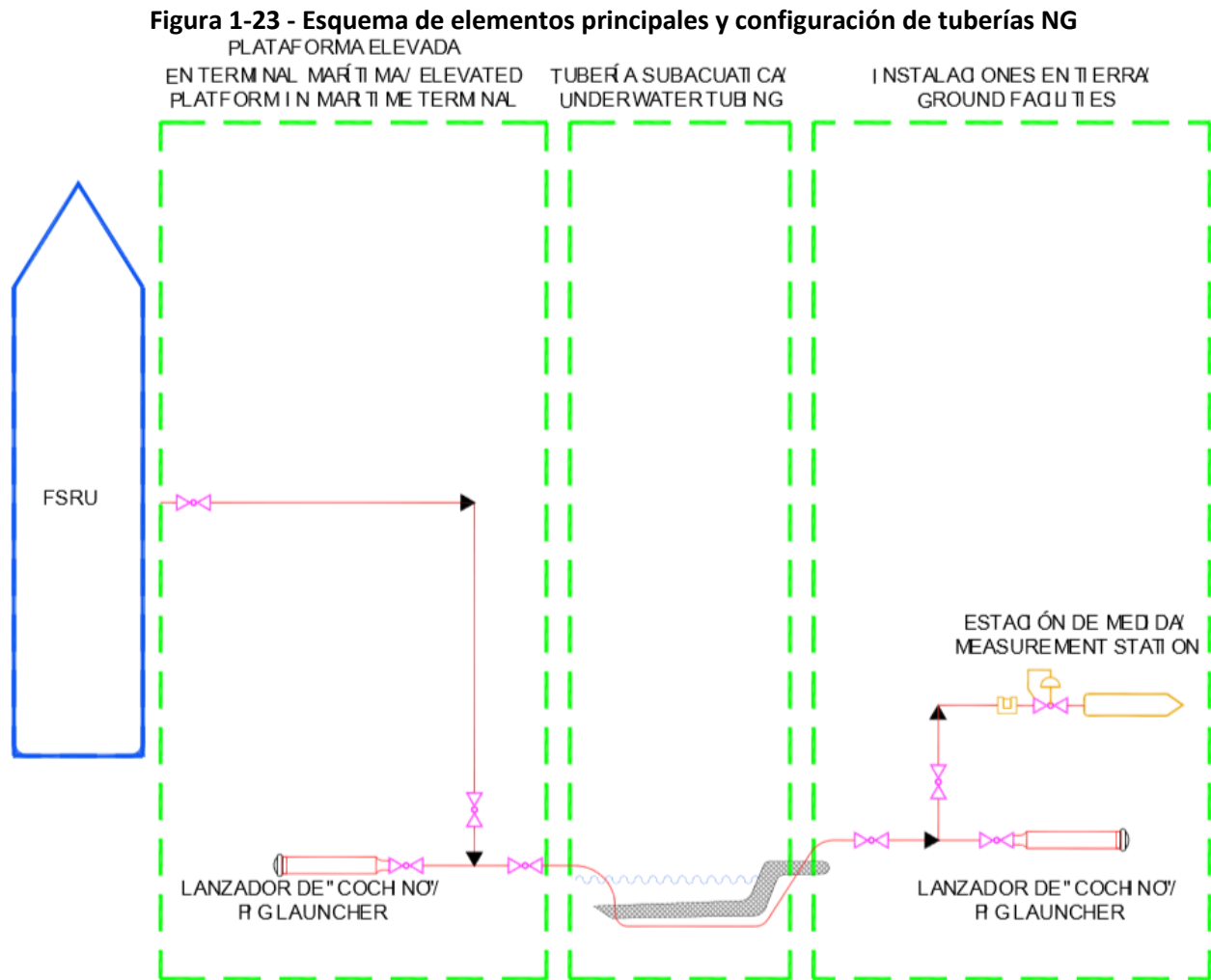
Tabla 1-11 - Información técnica de las tuberías								
Tipo de tubería	Inicio	Final	Material	Diámetro (pulgadas)	Presión de operación (Bar)	Temperatura de funcionamiento (°C)	Tasa de transferencia	
							Valor	Unidad
NG	FSRU	CENTRAL TÉRMICA	Acero al carbón	24	80	5	280	MMCFPD

*Source: M&N 2016*

El flujo, la presión y la temperatura del ducto serán monitoreados a través de una estación de medición instrumentada que estará cerca de la Planta de Energía Térmica. Los datos se recibirán y supervisarán

mediante un sistema de monitoreo y adquisición de datos (SCADA) que supervisará y evaluará el estado de la tubería durante las operaciones.

Una vez instalado, la integridad de la tubería estará garantizada por pruebas periódicas de presión hidrostática o neumática, así como por un "sistema inteligente de cerdos", que medirá el espesor de la pared de la tubería y la integridad de la tubería en toda su longitud. La figura 1-23 presenta un diagrama esquemático de los elementos de la tubería.



Fuente: Energía del Pacífico, 2014.

### 1.3.6 Distribución de áreas para terminal marítima

El Terminal Marino estará ubicado cerca de áreas bajo la administración de CEPA. Los principales componentes de la terminal marítima con sus respectivas áreas se presentan a continuación. Cada una de las áreas se presenta en detalle en la (Figura 1-23 y Tabla 1-12).

Descripción	Áreas (m <sup>2</sup> )	Porcentaje
FSRU (Área restringida)	312,461.02	96%
Tubería bajo el fondo del mar	13,000.00	4%
Área total en el mar:	325,461.02	100.00%

Fuente: Equipo consultor basado en mapas EDP, enero de 2018.

### 1.3.7 Reglas, regulaciones, códigos y estándares

Los códigos y estándares presentados en el informe de EIA para los elementos del proyecto se mantienen. El sistema RCM para la FSRU se diseñará teniendo en cuenta las normas que se presentan en Tabla 1-13, Tabla 1-14 y Tabla 1-15.

La FSRU debe ser clasificada por el ABS de "American Bureau of Shipping" o similar. El amarre se diseñará según API RP 2SK o similar. Además, se utilizarán las siguientes normas DNV y otras normas internacionales en el diseño:

DNV GL Publicación	Título	Edición
DNVGL-RU-OU-0102	Reglas para la clasificación de unidades flotantes de producción, almacenamiento y carga	2015
DNVGL-OS-B101	Materiales metálicos	2015
DNVGL-OS-C101	Diseño de estructuras de acero costa afuera, general (Método LRFD)	2015
DNVGL-OS-C301	Estabilidad e integridad a prueba de agua	2015
DNVGL-OS-C401	Fabricación y Pruebas de Estructuras Offshore	2015
DNVGL-OS-E301	Posición de amarre	2015

Fuente: CAN Systems "RCM – System Description", noviembre 2017.

Estándar internacional	Título	Edición
ISO	EN-ISO-19901-7:2013	2013
NORSOK	P-001 Process Design	2006
ASME VIII Div 2	Boiler & Pressure Vessel Code	2010

Fuente: CAN Systems "RCM – System Description", noviembre 2017.



Nombre	Título	Edición
DNVGL RP-C203	Análisis de la fuerza de fatiga de la estructura de acero costa afuera	2015
DNVGL-RP-B101	Protección contra la corrosión de las unidades flotantes de producción y almacenamiento	2015
DNV No 2.22	Estándar para certificación de dispositivos de elevación	2015
API	RP-2SK	2005

Fuente: CAN Systems “RCM – System Description”, noviembre 2017.

### 1.3.7.1 Base de Diseño

#### 1.3.7.1.1 Datos meteoceánicos

Los datos meteoceánicos son relativamente favorables y direccionales:

- Olas                      Hs 3m/Tp 12-16s (Principalmente swell)
- Viento                    15 m/s (promedio de 1 hora)
- Corrientes                1 m/s corrientes superficiales.

Las corrientes son direccionadas principalmente por el viento, el sitio está localizado al sur del cinturón de huracanes/ciclones tropicales. Se observa que el 97% de las olas están por debajo de Hs 1.5m y el 91% provienen de SSO.

#### 1.3.7.1.2 Condiciones de suelo

El suelo es relativamente arenoso y adecuado para los Anclajes de arrastre que para los anclajes de succión.

### 1.3.7.2 Parámetros de diseño

Todos los componentes de la infraestructura marina estarán diseñados para soportar olas extremas, niveles de agua y eventos eólicos, incluidas las condiciones del tsunami. Los elementos del proyecto pueden diseñarse para diferentes condiciones. Los datos del evento que se utilizarán para el diseño final se describen a continuación, y son los mismos que se definieron en el EIA de 2016.

Acajutla presenta ciclos de ondas semi-diurnas caracterizadas por dos mareas altas y dos mareas bajas, de diferentes tamaños, cada día lunar. La información de la marea se obtuvo de los datos del Centro del Nivel del Mar de la Universidad de Hawai entre 1962 y 2012 y los datos tomados por una boya de olas en el sitio del proyecto durante un corto período. (Ver Tabla 1-16)

<b>Tabla 1-16 - Información de mareas considerada para diseño</b>			
<b>Dato</b>	<b>Descripción</b>	<b>UHSLC082 Acajutla (m)</b>	<b>AWAC (m)</b>
HAT	Marea astronómica más alta	1.33	1.36
MHHW	Mayor marea alta	0.85	0.84
MHW	Nivel medio alto	0.75	0.76
MSL	Nivel promedio	0.0	0.0
MLW	Nivel bajo de promedio	-0.75	-0.75
MLLW	Bajos de bajamar	-0.79	-0.79
MLWS	Marea media baja	-0.98	-1.0
LAT	Baja marea astronómica	-1.2	-1.2
MN	Amplitud media de la marea (MHW-MLW)	1.5	1.55

*Fuente: Sea Level Center, University of Hawaii, Data between 1962 and 2012 and data taken by a wave buoy at the project site for a short period.*

#### 1.3.7.2.1 Viento

Los datos del viento de Acajutla se obtuvieron de la estación NOAA 9648958 Acajutla, cubriendo un período de 2 años. Los vientos soplan principalmente del norte y del noreste, seguidos de los vientos del sur. En el verano, los vientos del norte son fuertemente dominantes. Las velocidades del viento superiores a 5, 10 y 20 nudos ocurren aproximadamente 38%, 8.4% y 0.1% del tiempo, respectivamente.

La velocidad del viento más alta registrada es de 45.3 nudos del este-sureste.

Para el diseño final, se usarán los datos de los estudios meteorológicos y oceanográficos. El análisis de valores extremos se llevará a cabo después de la calibración del modelo numérico para determinar la altura de las olas y el período de retorno de los eventos.

#### 1.3.7.2.2 Corrientes

Las condiciones de referencia actuales en el sitio se obtuvieron a partir de una simulación de 1 año con el modelo hidrodinámico bidimensional MIKE 21 FM. El modelo se ejecutó con los niveles de agua astronómicos de la base de datos de la Oregon State University y los residuos calculados de la medición del nivel de agua en Acajutla, así como los vientos de molde de OWI Hind.

Además, se desplegó un AWAC en las proximidades de la terminal marítima para medir la dirección y la magnitud de la corriente. Aproximadamente 12 meses de viento, ola, corrientes promediadas y datos de marea fueron descargados y procesados.

Las velocidades de las corrientes que tienen la capacidad de causar daños son bajas en el sitio, menores o iguales a 0.1 nudos aproximadamente 13% del tiempo. La corriente máxima calculada es 0.28 nudos.

### 1.3.7.2.3 Tsunami

Se realizó un estudio detallado de modelación numérica para evaluar el riesgo de tsunami en el sitio de la terminal. Se modelaron un total de 16 escenarios utilizando 2 modelos numéricos diferentes para desarrollar 32 series temporales separadas que se utilizan para desarrollar curvas de superaciones para el sitio del proyecto.

Las elevaciones máximas máximas a lo largo del atraque varían de 3.2 a 3.8 m para la condición de excedencia del 10% y de 2.0 a 2.4 m para la condición de excedencia del 50%. Las detracciones máximas están entre -2.6 y -3.0 m para la condición de excedencia de 10% y -1.8 y -1.9 m para la condición de excedencia del 50%.

Se realizó un estudio detallado de modelación numérica para evaluar el riesgo de tsunami en el sitio de la terminal. Se modelaron un total de 16 escenarios utilizando 2 modelos numéricos diferentes para desarrollar 32 series temporales separadas que se utilizan para desarrollar curvas de superaciones para el sitio del proyecto. Las elevaciones máximas máximas a lo largo del atraque varían de 3.2 a 3.8 m para la condición de excedencia del 10% y de 2.0 a 2.4 m para la condición de excedencia del 50%.

Las detracciones máximas están entre -2.6 y -3.0 m para la condición de excedencia de 10% y -1.8 y -1.9 m para la condición de excedencia del 50%. Las corrientes de tsunami en el atracadero variaron entre 2.2 y 2.8 m / s para la condición de excedencia del 10% en la dirección paralela al atracadero.

En otras direcciones (por ejemplo, perpendicular a la litera), las velocidades de corriente estimadas son inferiores a 2 m / s. Los resultados de la simulación muestran que la primera ola de tsunami llega aproximadamente 40 minutos después del terremoto y la primera cresta de la ola llega aproximadamente 5 minutos después. La evaluación del peligro de tsunami indica que las corrientes inducidas por el tsunami en el área pueden ser de hasta 5,8 nudos.

## 1.4 Instalación de los elementos marítimos (Fase de Construcción)

Esta sección describe la instalación de la Terminal marítima y la tubería que incluirá una FSRU flotante soportada por un sistema de amarre RCM descrito anteriormente.

### 1.4.1 Equipo y FSRU

La FSRU consistirá en una FSRU existente que se modernizará con equipos de regasificación (como se explica en la EIA original), como ya fue explicado.

Los equipos especializados se fabricarán fuera del país, incluyendo: motores, generadores, equipos auxiliares, partes de tanques, bombas, compresores, transformadores, equipos de conmutación, tanques de agua, etc. Estos se instalarán en un astillero fuera del área de influencia del proyecto.

### 1.4.2 Instalación del esquema RCM

La siguiente secuencia de instalación de esquema se propone para la instalación de RCM (dependerá de las preferencias del contratista de instalación):

- Instalar 3 + 3 + 2 + 2 anclajes de duela
- Instalar PLEM
- Instale la cuerda vertical
- Instale el elevador y el umbilical
- Conecte el resorte de sujeción vertical
- Instalar y cortar la cadena de acuerdo con el esquema de corte de la cadena
- Instalar líneas de poliéster de retención
- Tire de las cadenas / poliéster y conéctelo a las cadenas de restricción
- Montar / bajar el restrictor - el de popa, incluidas las cadenas superiores, listas para el arrastre
- Instalar cables de poliéster con líneas de inserción
- Llegar con FSRU y mantenerla en posición
- Conectar las líneas de proa de poliéster y cuelgue
- Cadenas de retención enganchadas a la posición final
- Levantar el tubo vertical / puente y colgar
- Elevador Dewater
- Prueba de presión / fuga / Comisión
- Listo para funcionamiento

Las encuestas y la instalación relacionadas con el RCM requerirán buceadores.

#### 1.4.2.1 Esquema de Instalación

Se propone el siguiente esquema de instalación:

- Instalación de anclas 3+3+2+2
- Instalación de Manifold PLEM
- Instalación de ataduras de la tubería elevadora
- Instalación de tubería elevadora y umbilical
- Conexión del resorte de la atadura de la tubería elevadora
- Instalación y corte de cadenas de acuerdo al esquema de corte requerido
- Instalación de líneas de popa de poliéster

- Halar e introducir las cadenas y líneas de poliéster y conectarlas a las cadenas de restricción
- Ensamblar y bajar las cadenas de restricción
- Instalar cuerdas de poliéster con líneas de halado
- El FSRU llega al sitio y es mantenido en posición
- Conexión de líneas traseras de poliéster
- Halar las cadenas de retención a su posición final
- Halar el Riser a su posición
- Desaguar el Riser
- Pruebas de presión y puesta en marcha
- Listo para funcionamiento

### 1.4.3 Anclaje FSRU

La FSRU se movilizará a la ubicación del Terminal Marino de la siguiente manera:

- Flotación de control de posicionamiento / rumbo FSRU (suponiendo remolcadores 2- apagado - uno en Bow / 1 en popa)
- Completar la movilización de la flota de posicionamiento de la FSRU con el equipo y el personal del proyecto en el puerto designado;
- Tránsito de embarcaciones de control de posicionamiento / rumbo (AVC) al campo y encuentro con FSRU (autopropulsado al campo)
- Conexión de la flota de AVC a FSRU y pruebas de control de posicionamiento / encabezado
- Posicionamiento de FSRU / Control de rumbo durante la conexión al marco restrictor
- Posicionamiento de FSRU / Control de rumbo durante la conexión de líneas de retención
- Desconectar HCV de FSRU;
- Desmovilización de equipos de apoyo

### 1.4.4 Despliegue en el mar

El despliegue en el mar del proyecto consiste en todos los equipos y servicios de soporte en el mar que podrían ser necesarios para la instalación, como embarcaciones, incluyendo remolcadores, barcas de alojamiento y barcos de tripulación. También incluye servicios relacionados, como mano de obra calificada e inspecciones en alta mar.

El despliegue marino requerida específicamente para la instalación del sistema RCM puede comprender lo siguiente:

- Buque de apoyo a la construcción y buceo de 1 entrada (CDSV)
- 2 tirajes de control de rumbo / tiradores de posicionamiento (AVC)
- Barcos de transporte de elevación pesada de 2 salidas (HLV)

### 1.4.5 Proceso de instalación de Tubería, en el mar

No menos de 700 metros de instalación de tubería submarina serán instalados por medio de horizontal directional drilling (HDD). El tramo HDD consta de la porción que empieza desde la tierra y viaja perpendicular al risco yendo hacia el oeste (mar adentro).

El resto del tramo de tubería será instalado utilizando la metodología de trinchera previamente descrita en el EsIA. Durante la ejecución del excavado de la trinchera, los sedimentos serán depositados al lado de la trinchera. Para conectar el PLEM a la tubería, se necesita subir una porción de la tubería a una plataforma para lograr la conexión. Posteriormente, el PLEM y la tubería serán depositados en el fondo del mar.

#### 1.4.5.1 Proceso de instalación mediante zanjeado

Para la sección excavada de la tubería, la ruta será dragada y la tubería será instalada en una trinchera de 2 m de profundidad desde la salida de la tubería HDD hasta la terminal marina con una pendiente aproximada de 3H:1V. En la zanja se preparará la base apropiada para la tubería, en una base no licuable (capa de arena o toba densa) y una berma de roca será instalada en la tubería después de la instalación, con el fin de protegerla de la erosión, anclas y las corrientes de tsunami.

Debido a la profundidad variable del agua a lo largo de la tubería marina, se han propuesto diferentes medios de excavación para crear la trinchera; La excavación se puede realizar mediante una retroexcavadora con draga (zona menos profunda) o mediante una draga de succión (zona más profunda); El material excavado de la zanja se depositará junto a la zanja para ser utilizado para llenado después de la colocación de la tubería o dejado a un costado.

#### 1.4.5.2 Secuencia de Instalación HDD

El HDD se ejecutará desde la tierra hacia el mar mediante una plataforma de perforación ubicada en tierra. El proceso comienza con la perforación de un agujero piloto (pilot hole) de diámetro pequeño, de 6 a 10 pulgadas, perforando la salida de fondo del mar.

Posteriormente, el hoyo será ampliado utilizando las metodologías push reaming (ampliación vía empuje). La ampliación del hoyo típicamente se lleva a cabo en incrementos de 6 pulgadas de diámetro (por ejemplo 18", 24", 30" etc). Antes de que la sección de tubería preparada pueda introducirse en la perforación escariada de HDD, el canal de perforación se someterá a un cierto número de pasadas de limpieza con el escariador. Posteriormente la tubería será tendida, soldada y montada en rodillos de tubería.

Para la instalación de la tubería, será necesaria una unidad de empuje en tierra para tirar/empujar la tubería a lo largo de la línea de perforación y dentro del HDD preparado. Se prevé que otro hoyo similar



al hoyo piloto descrito previamente se perforara en paralelo al de la tubería de gas, aproximadamente de 3 a 6 metros de distancia, dentro de este hoyo se instalaran el cable de energía para el FSRU y los cables de comunicaciones.

A continuación, se describen en detalle las actividades de instalación de la tubería HDD.

#### 1.4.5.3 Preparación del sitio

Previo a la movilización del equipo HDD al sitio de perforación, el sitio debe ser preparado para asegurar la entrega, instalación y operación de todos los equipos con la máxima eficiencia y seguridad durante la ejecución de los trabajos de excavación.

Las tareas de preparación del sitio tienen como objetivo cubrir los siguientes aspectos:

- Nivelación y ubicación de la plataforma de perforación HDD, relleno del sitio si es necesario
- Provisión de instalaciones del sitio, por ejemplo, oficinas, baños, área de parqueos, cercas, etc.
- Provisión de líneas de agua, comunicación y electricidad
- Instalación de anclajes para la plataforma de perforación y para el impulsador de tubería.
- Transporte e instalación de equipos

##### 1.4.5.3.1 Nivelación del sitio

Se realizará una nivelación del suelo sobre el cual se instalará la base de la perforadora. Para asegurar la estabilidad de la superficie para la instalación y operación del equipo, el sitio será cubierto con grava o algún material similar a una profundidad de 300mm y será compactado en las áreas que sea necesario. Ver figura 1-24.

**Figura 1-24 - Ejemplo de base para plataforma HDD con relleno de grava y losas de concreto**

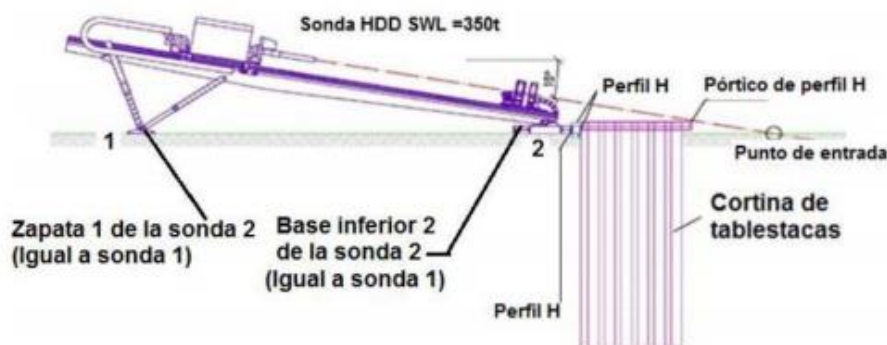


*Fuente: Instalación de Tubería HDD, Energía del Pacífico, 2018.*

#### 1.4.5.3.2 Anclaje de Plataforma

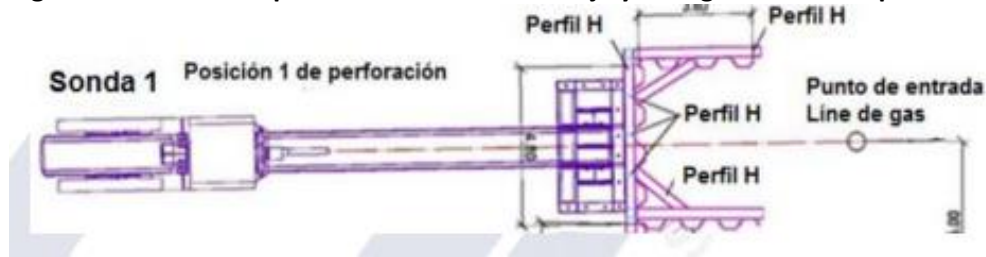
Un anclaje es necesario para asegurar la operación adecuada de la plataforma de perforación. El impulsador de la tubería requerirá de su propio sistema de anclaje diseñado específicamente para la instalación de la tubería. La estructura está hecha normalmente de bloques de concreto, pilotes o tubos enterrados en el suelo. El detalle de diseño y especificaciones del anclaje de la plataforma será provisto durante el desarrollo de la ingeniería detallada. Ver figura 1-25 y Figura 1-26.

**Figura 1-25 - Perfil del anclaje de plataforma**



*Fuente: Instalación de Tubería HDD, Energía del Pacífico, 2018.*

**Figura 1-26 - Vista en planta del diseño de anclaje y configuración de la plataforma**



*Fuente: Instalación de Tubería HDD, Energía del Pacífico, 2018.*

#### 1.4.5.3.3 Instalación del equipo HDD

El equipo requerido para la ejecución de los trabajos de perforación e instalación de la tubería puede ser movilizado al sitio de forma inmediata después de completar la etapa de preparación del sitio descrita previamente. Ver Figura 1-27 y Figura 1-28.

El equipamiento a ser provisto incluirá como mínimo lo siguiente:

- Plataforma de perforación HDD con capacidad suficiente para realizar los trabajos de perforación requeridos por el proyecto
- Paquete electrohidráulico de suministro de energía y cabina de control
- Sistemas de mezclado y limpieza para la fabricación y reciclado del fluido de perforación
- Sistema de bombeo de alta presión para transferir el fluido de perforación a las herramientas de perforación
- Tubos y herramientas de perforación, incluyendo: brocas, escariadores, herramientas de manejo, etc.
- Refacciones y taller
- Sistema de propulsión de tubería

**Figura 1-27 - Distribución en sitio del sistema HDD – Proyecto de Gas en Otway**



*Fuente: Instalación de Tubería HDD, Energía del Pacífico, 2018*

**Figura 1-28 - Distribución de equipamiento HDD – Serra de Inoa**



*Fuente: Instalación de Tubería HDD, Energía del Pacífico, 2018*

#### 1.4.5.4 Operaciones de perforación

El proceso HDD puede dividirse en dos componentes principales:

1. Perforación e instalación de tubería
2. Fabricación de tubería, tendido y pruebas

#### 1.4.5.4.1 Perforación Direccional

De acuerdo a las condiciones de suelo del sitio a lo largo del alineamiento planificado, puede realizarse la perforación utilizando un motor de lodos. Ver figura 1-29.

**Figura 1-29 - Broca de dientes de molino para condiciones de suelo suave**



*Fuente: Instalación de Tubería HDD, Energía del Pacífico, 2018*

#### 1.4.5.4.2 Perforación del lodo y cortes.

Para cortar el suelo que se encuentra al frente de la broca en el fondo de la perforación, se utiliza fluido de perforación, a base de bentonita, que será lanzado por la bomba de lodo de alta presión a través del anillo interno de los tubos de perforación acoplados, hacia la broca. Al pasar el motor de lodo, el fluido de perforación impulsa el rotor interno del motor, que finalmente gira la broca. Con esta tecnología, la alta velocidad de rotación requerida para cortar una formación rocosa se logra sin poner los tubos de perforación acoplados bajo un alto esfuerzo de torsión.

El fluido sale de los tubos de perforación acoplados a través de las boquillas de chorro a presiones que dependen de los índices de flujo del lodo controlados por el perforador. El fluido de la perforación, debido a su densidad y viscosidad, transporta los cortes o desechos de la perforación de vuelta a la superficie a través del anillo de perforación.

El fluido que regresa del cabezal junto con el material excavado se recicla utilizando el sistema de limpieza de fluido, que se detalla más adelante. Este equipo separa los el material de excavación del lodo de la perforación y devuelve el lodo limpio al tanque activo para usarlo nuevamente en el ciclo de perforación. Los sedimentos sobrantes se almacenan en un estanque en el sitio antes de ser transportados al sitio de disposición final, ya sea en el terreno de la Central Térmica o a un sitio de



disposición autorizado. Este material de excavación, no se espera que contenga ninguna contaminación, sin embargo, se harán análisis previos definir su disposición final.

#### 1.4.5.4.3 Escariado

Después de la perforación del hoyo piloto, se lleva a cabo un proceso de ampliación denominado Escariado. La ampliación del hoyo típicamente se lleva a cabo en incrementos de 6 pulgadas de diámetro (por ejemplo 18", 24", 30" etc).

El fluido de perforación que permanece en la perforación una vez que se completan las operaciones de taladrado y escariado será empujado lentamente hacia afuera del orificio de salida del fondo del mar hacia el océano durante el proceso de empuje / instalación de la tubería. La cantidad de fluido de perforación liberado durante este paso será inferior a 1,000m<sup>3</sup> de fluido de perforación.

#### 1.4.5.5 Mitigación de fracturas hidráulicas de fluido de perforación.

Por la variedad de material geológico presente en el sitio, se pudiesen generar fracturas en el suelo que filtren parte del material de perforación al mar, conocido como "Frac-out". Dadas las características del proyecto, se determinó que el método preferido para mitigar el riesgo de un evento de separación de fracciones permitiría al perforador de HDD monitorear cuidadosamente las presiones anulares de fondo de pozo mediante la instrumentación ubicada al final del simulacro cuerda durante la perforación. Esto permitirá que el perforador detecte subidas repentinas de presión o caídas dentro del pozo, lo que puede indicar la existencia de un escape de fluido de perforación.

Además, el perforador monitoreará de cerca los retornos del taladro (el fluido de perforación regresa al pozo hacia el equipo de perforación) y el volumen del fluido de perforación dentro del sistema de reciclaje. Si el perforador detecta una pérdida de fluido de perforación a través de la presión o el monitoreo de fluido, las operaciones de perforación cesarán y lechada de cemento se bombeará a través de las barras de perforación al interior del pozo para llenar los vacíos. Una vez que la lechada se haya solidificado, las actividades de perforación se reanudarán.

#### 1.4.5.6 Fluido de perforación a base de bentonita

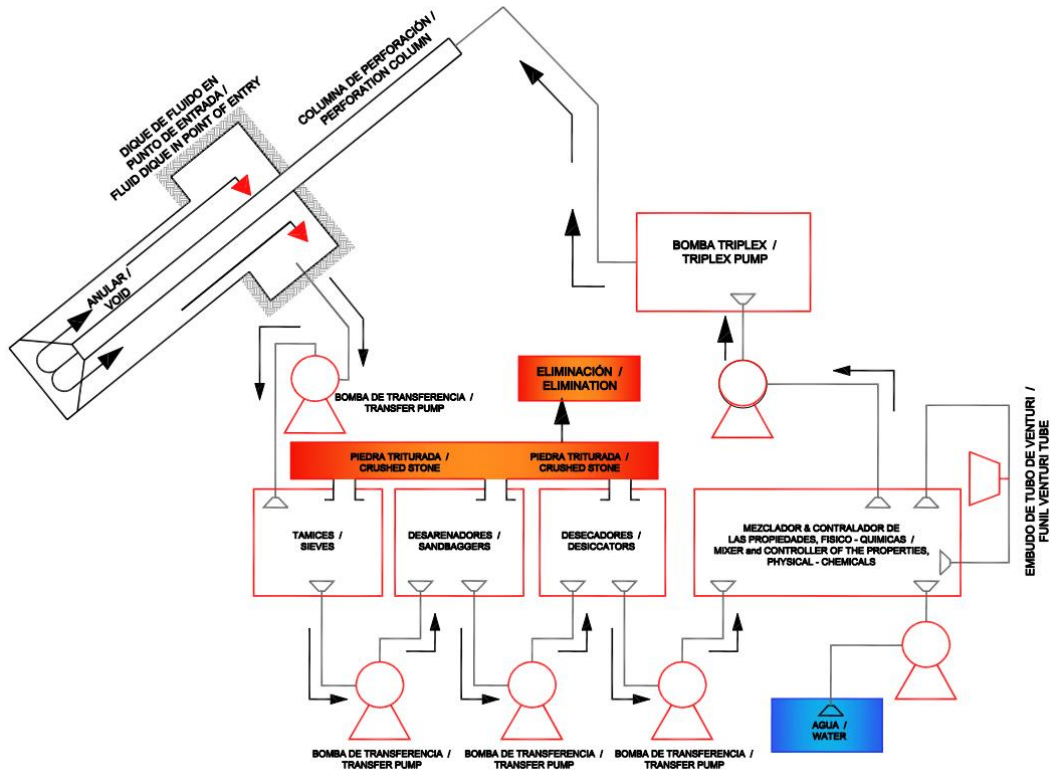
Se utilizará un fluido de perforación concentrado basado en bentonita, como TRU-BORE de Wyo-Ben Inc., que se diseñó para operaciones de perforación difíciles tanto en perforaciones verticales como horizontales. No es tóxico y es ambientalmente seguro. Es una fórmula de hidratación rápida que permite a los contratistas mezclar rápidamente y aumentar la viscosidad rápidamente. TRU-BORE estabiliza las formaciones que van desde suelos moderados de arcilla a altas concentraciones de arena. Al formar una fina torta de filtro resistente, se reduce la pérdida de fluido en las áreas alrededor del pozo.



### 1.4.5.7 Sistema de reciclaje

El contratista de HDD utilizará un sistema de reciclaje para eliminar los recortes (sedimentos) del fluido de perforación. Esto se compone típicamente de tres (3) componentes distintos: pantallas vibratorias, desarenadores y desiluminadores, que eliminan progresivamente el sedimento de acuerdo con su tamaño de grano. La especificación de un Sistema de Reciclaje representativo se proporciona a continuación con la capacidad esperada, la cual puede variar y será revisada previo al inicio de actividades de construcción (en la Tabla 1-17), junto con diagramas de ejemplo (Figura 1-30 y Figura 1-31).

**Figura 1-30 - Esquema del sistema de circulación de fluidos**



Fuente: Acajutla LNG Import, Tender Method Statement (HDD), Conduto/DrillTec, noviembre 2017.

Tabla 1-17 - Capacidad del Sistema		
ITEM	CAPACITY	
Capacidad del tanque	150m <sup>3</sup>	
Longitud	3.9m	
Ancho	2.1m	
Peso	18t	
Capacidad de las pantallas	895 GPM	3390 LPM
3 pantallas de malla 70		

Tabla 1-17 - Capacidad del Sistema		
ITEM	CAPACITY	
3 pantallas-malla 2010		
Capacidad de desarenadores	895 GPM	3390 LPM
Hidrociclones 2 x 10 "		
Capacidad de destiladores	895 GPM	3390 LPM
Hidrociclones de 12 x 4 "		

Fuente: Acajutla LNG Import, Tender Method Statement (HDD), Conduto/DrillTec, November 2017.

**Figura 1-31 - Sistema de Reciclaje**



Copyright © DERRICK

Fuente: Acajutla LNG Import, Tender Method Statement (HDD), Conduto/DrillTec, November 2017.

#### 1.4.5.7.1 Limpieza

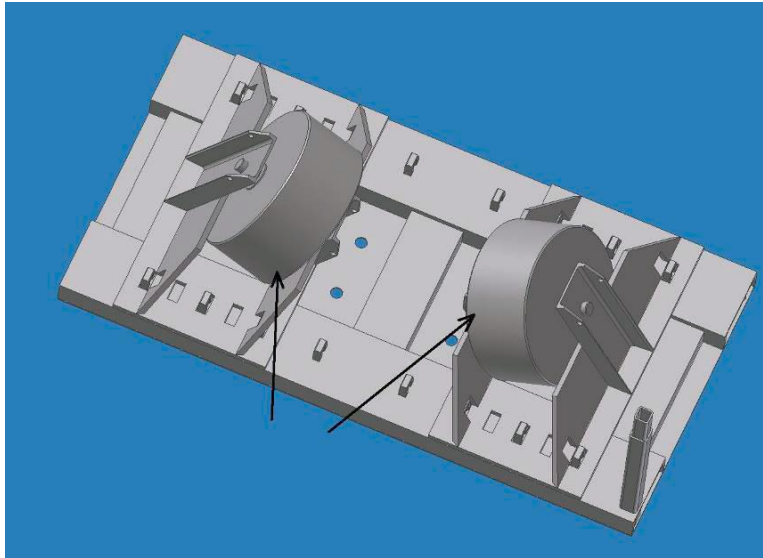
Antes de que la sección de tubería preparada pueda introducirse en la perforación escariada de HDD, el canal de perforación se someterá a un cierto número de pasadas de limpieza; en condiciones normales, el número de pasadas será de uno a tres; la decisión final debe tomarse durante la construcción por los especialistas en el sitio dependiendo de la condición real de la perforación.

El propósito de las pasadas de limpieza es eliminar los cortes restantes del suelo del fondo de la perforación (limpieza) y, al mismo tiempo, controlar la estabilidad, el tamaño y la integridad de la perforación.

#### 1.4.5.7.2 Fabricación de la tubería

Las operaciones de tendido y fabricación de la tubería se ejecutarán en tierra. La tubería será tendida y colocada en los rodillos de la tubería antes de la instalación. Los rodillos de tubería minimizan la fricción y las fuerzas de empuje/arrastre resultante, y aseguran que no haya daños en el revestimiento de la unión del montaje o en la tubería durante la instalación. Ver figura 1-32.

**Figura 1-32 - Diseño de rodillos de tubería**



*Fuente: Instalación de Tubería HDD, EDP, 2018*

#### 1.4.5.7.3 Propulsor de tubería

Para la instalación de la tubería, será necesaria una unidad de empuje en tierra para tirar/empujar la tubería a lo largo de la línea de perforación y dentro del HDD preparado. El propulsor de tubería tiene la capacidad de empujar o tirar durante la instalación si se da el caso de que la tubería se atasque.

El propulsor de tuberías se instala en la ubicación de la plataforma de perforación antes de la instalación de la tubería. Dos cilindros hidráulicos dispuestos axialmente del propulsor de tuberías ejercen su fuerza ajustable de forma variable en la tubería a través de una unidad de sujeción.

#### 1.4.5.7.4 Trabajos mar adentro

El tendido en mar adentro será realizado por medio de buceo incluyendo la alineación de la tubería a medida que la tubería emerja del punto de salida del HDD en mar adentro.

Medios o maquinaria marina ligera o de maniobras (tales como embarcaciones de reducido tamaño u otros) pueden ayudar en la alineación lateral, mientras que medios o maquinaria marina más pesada o de mayor tamaño/potencia (tales como embarcaciones de mayor tamaño, remolcadores, pontonas u otros medios flotantes temporales) /pueden ayudar tirando con un cable conectado a la punta de la

tubería. No se espera que el cable de arrastre instalado en el buque de trabajo en mar adentro tenga mucha carga, sino más bien proporcionará una fuerza de arrastre para guiar hasta el final y el propulsor de tubería realizará la mayor parte de la instalación desde la costa.

#### 1.4.5.8 Equipo

El equipo para la instalación de tuberías incluirá:

1. Equipo de perforación
2. Propulsor de tubería con control de cabina y unidad de potencia.
3. Bomba de alta presión: equipo responsable del bombeo continuo de fluido de perforación bajo presión a través del diámetro interno de la tubería de perforación.
4. Sistema de reciclaje.
5. Control de cabina. Lugar donde el operador controla los parámetros de perforación y las operaciones de todas las etapas de perforación direccional. Durante la ejecución del agujero piloto, también es el lugar donde la dirección controla la navegación de acuerdo con el proyecto.
6. Generadores. Proporcione electricidad a todas las unidades que no tengan su propia generación.
7. Bomba centrífuga. Las bombas se utilizan para la transferencia de agua o el fluido de perforación entre las unidades del sitio.
8. Astillero de tubos de perforación. Ubicada en paralelo a la plataforma de perforación para facilitar las operaciones de extracción y colocación de las tuberías durante las conexiones y desconexiones. Aproximadamente 300 tubos de perforación serán movilizados.

#### 1.4.5.9 Secuencia de Instalacion HDD y RCM

En resumen, el procedimiento de construcción cronológico sera:

1. Ingeniería, logística y configuración en el equipo del sitio para la tubería: Aproximadamente 3 meses en total con 1 mes para la instalación en el sitio.
2. Perforación: de 3 a 4 meses
3. Montaje de tubería, soldadura, prueba, instalación e inspección: 1 mes. La tubería será empujada hacia la costa con un propulsor y los remolcadores la sacarán de la costa una vez que la tubería esté cerca de la ubicación de perforación.
4. Zanjeado, instalación y anclaje de la tubería al fondo del mar: 1 mes. Esta actividad se superpondrá con la anterior.
5. Instalación del sistema de amarre, elevadores, umbilical y PLEM: esto se realizará varios meses después de la instalación de la tubería. El equipo pesado en mar como se describe en la sección de instalación de RCM se movilizará para estas actividades, incluidos buques, remolcadores y, potencialmente, una barcaza autoelevadora. Los anclajes de arrastre y las líneas de amarre pueden instalarse antes de lo previsto, sin embargo, la FSRU debe estar en el sitio para completar todas las instalaciones.

#### 1.4.5.10 Manejo y Disposición Final de los Desechos y Residuos Sólidos

Los desechos sólidos a generarse durante la construcción de la planta, serán manejados temporalmente dentro del mismo terreno de la construcción. Estos serán recolectados de forma ordenada en recipientes (barriles metálicos) destinados especialmente para ello, de manera que no representen un riesgo de accidente o de contaminación ambiental, y finalmente serán dispuestos en un sitio autorizado.

Los desechos serán recolectados a través de transporte de la Alcaldía Municipal y transporte privado cuando sea necesario, y llevados al relleno sanitario de Salinas de Aya Cachapa. El relleno sanitario opera bajo la administración de CAPSA DE C.V. y cuenta con sus permisos de operación. Se cuenta con factibilidad de desalojo de los desechos por parte de la Alcaldía, la cual se incluye en el Apéndice 3E. Este relleno sanitario cuenta con permiso ambiental y se requerirá que la empresa que transporte los desechos cuente con los permisos correspondientes.

El plazo de almacenamiento temporal de los desechos producidos durante la etapa de construcción se estima de un máximo de 15 días, después de su generación y/o recolección. Los materiales de mayores dimensiones como piezas de metal o chatarra se almacenarán en un sitio debidamente señalado y delimitado. Estos materiales no contaminan el suelo por sus características.

Los materiales reutilizables tales como madera, piezas de lámina, tubos y ángulos metálicos, en algunas ocasiones son donados al personal de la empresa, otras veces son comercializados como chatarra, en el caso de los materiales metálicos.

En la siguiente Tabla 1-18, se resumen los principales tipos de desechos que se generarán durante la etapa de construcción y cuáles son las potenciales opciones para la disposición de los mismos.

Se generarán desechos sólidos de tipo especial por el engrasado y cambios de aceite de los equipos. No se permitirá el mantenimiento de equipos pesados en el sitio de la planta, sin embargo, siempre es necesario el mantener los equipos lubricados, revisión que se hará de forma periódica, pudiéndose tener desechos y residuos, como aceite lubricante usado y los depósitos del aceite lubricante nuevo.

Para su manejo adecuado, se instalarán contenedores plásticos de capacidad adecuada, con tapadera, y adecuadamente señalado para mantener los desechos rotulados de la siguiente manera: “Desechos Peligrosos” (contaminado con aceites y grasas).

Los desechos se retirarán periódicamente y serán entregados a una empresa autorizada para el transporte y la disposición final de este tipo de desecho. En la siguiente Tabla 1-18 se presenta un resumen de los desechos que se prevé serán generados en la etapa de construcción del proyecto.

<b>Tabla 1-18 - Desechos y Residuos a Generarse en la Etapa de Construcción*</b>			
<b>Desecho/Residuo</b>	<b>Origen</b>	<b>Manejo</b>	<b>Disposición</b>
Combustible o aceite usado	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósito de aceite reciclable	Venta para ser empleado como combustible
Material absorbente usado (wipes, aserrín)	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósitos o bolsas cerradas, debidamente cerrado y rotulados como “desecho peligroso”	Incineración mediante métodos controlados, en sitios con autorización de la autoridad competente
Madera o leña	Tala y poda de vegetación, encofrado de concreto, andamios, etc.	Acopio en un área designada. La leña será troceada y ubicada en pantes	Venta de la madera o de la leña
Hojas y ramas	De tala y destronconado	Acopio en un sitio designado en cada frente de trabajo	Desalojo a sitio autorizado
Papel	De oficina y embalaje	Almacenar en un depósito señalizado	Venta para reciclaje
Domésticos (comedor y oficinas)	Alimentos, varios	Almacenamiento en depósitos cerrados	Con el tren de aseo o transporte autorizado y traslado al relleno sanitario
Vidrio	Envases	Almacenamiento en depósito cerrado	Venta para reúso
Plásticos	Material de embalaje	Almacenamiento en depósito cerrado	Venta para reciclaje
Ripio de construcción	De la propia construcción	Almacenamiento	Llevado a un botadero de ripio autorizado
Piezas de metal	Piezas sobrantes de estructuras de soporte y tuberías metálicas	Almacenamiento	Venta como chatarra
Material estéril de movimiento de tierras	Movimiento de tierras	Apilado en un área definida del terreno	Desalojo a sitio definido para relleno
Cylindros de gases de soldadura	De la construcción	Almacenamiento en cilindros en área definida	Venta para reciclaje
Lodo con Bentonita, 2,500m <sup>3</sup>	De perforaciones en lecho marino	Apilado en un área definida del terreno	Desalojo a sitio definido para relleno fuera del sitio o en el terreno del proyecto

*\*Desechos peligrosos incluyen: depósitos vacíos, aceite lubricante usado, solventes y otros reagentes, baterías y otros consumibles.*

*Fuente: Equipo Consultor, 2018.*



El ripio será llevado a un sitio de disposición apropiado, autorizado por la Alcaldía Municipal y el por el MARN.

El líquido de perforación (sedimentos con bentonita), que se recoja en los tanques y estanque será dispuesto en un relleno sanitario o dentro del terreno. Antes de disponer del material se revisará que no presente características de material peligroso.

#### 1.4.6 Consumo del Recurso Hídrico Etapa de Construcción

Durante la etapa de construcción se utilizará tanques de almacenamiento temporales de agua, los cuales serán llenados con agua del pozo, sin sobrepasar el caudal de bombeo, el cual es de 4.5 L/s (para 20h de bombeo)

De requerirse mayor cantidad de agua a la que se puede bombear, ésta será abastecida mediante camiones cisterna, que provengan de sitios autorizados por ANDA y el MARN. Los usos del agua durante la construcción incluyen:

- Agua para el proceso de perforación de tubería.
- Consumo doméstico de los empleados, para lavado y cafetería. El consumo humano será abastecido por agua embotellada y se utilizarán sanitarios portátiles sin consumo de agua.
- Consumo para elaboración de concretos y mezclas de cemento. Para colado de grandes volúmenes de concreto, este será abastecido al proyecto premezclado.
- Limpieza de zonas de trabajo.
- Riego para control de polvo, durante terracería en la estación seca.
- Riego de zonas verdes que se vayan adecuando.

### 1.5 Fase de Operación

Las principales actividades en la planta serán:

1. Atraque del buque metanero y descarga de GNL, cuando exista una descarga programada, se estima que ésta pueda durar hasta 40 horas;
2. Transferencia y almacenamiento (a temperaturas criogénicas y presión atmosférica) de GNL desde el buque metanero hacia el FSRU;
3. Manejo del gas de evaporación (*boil-off gas* por sus siglas en inglés, BOG);
4. Regasificación y transferencia del GN desde el FSRU hacia la planta y medición de gas natural de forma permanente;
5. Generación de energía, mediante la combustión de gas natural y turbina de vapor;
6. Operación de sistema de enfriamiento;
7. Inyección de energía en la subestación; y
8. Mantenimiento de equipos.

Las actividades 1 a 4 se modifican con el cambio en la terminal marítima y se presentan a continuación.

### 1.5.1 Tecnología y Especificaciones de Equipos

La FSRU, será un LNGC convertido (que tiene algunos de los equipos inicialmente previstos de la FSRU) en los que se agregarán funcionalidades adicionales (regasificación en particular y motor de potencia). El equipo se mostrará en la Tabla 1-19.

<b>Tabla 1-19 - Equipos del FSRU</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Identificación</b>
Compresor LD	LDC
Compresor HD	HDC
Aire Acondicionado	ACF
Bomba de glicol	GP
Ventilador de sala de máquinas SB	ERV_SB
Ventilador de sala de máquinas PS	ERV_PS
Ventilador de sala de compresores SB	CRF
Caldera de Vapor	LDC
Compresor BOG 1	BOG_Comp1
Compresor BOG 2	BOG_Comp2
Ventilador de la sala de máquinas SB 2	ERV_SB2
Compresor de aire 1	AC1
Compresor de aire 2	AC2
Ventilador de sala de máquinas PS	ERV_PS2
Bomba de transferencia de GNL 1	LNG_P1
Bomba de transferencia de GNL 2	LNG_P2
Bomba de transferencia de GNL 3	LNG_P3
Bomba de transferencia de GNL 4	LNG_P4
Bomba de transferencia de GNL 1	LNG_TP1
Bomba de transferencia de GNL 2	LNG_TP2
Grupo electrógeno 1	GS1
Grupo electrógeno 2	GS2
Grupo electrógeno 3	GS3
Grupo electrógeno 4	GS4
Bomba de agua dulce y salada 1	FSWP1
Bomba de agua dulce y salada 2	FSWP2
Bomba de agua dulce y salada 3	FSWP3
Bomba de agua dulce y salada 4	FSWP4
Generador de nitrógeno 1	NG1
Generador de nitrógeno 2	NG2

Fuente: EDP, 2018

El equipo auxiliar en el FSRU incluye: generadores eléctricos, otros equipos como compresores de aire y generadores de nitrógeno, generadores de emergencia (diésel). Los equipos principales se describen a continuación.

#### **1.5.1.1.1 Generador de Nitrógeno**

El propósito del generador de nitrógeno es para producir suficiente nitrógeno para proteger el tanque de GNL de condiciones sub-atmosféricas que pueden surgir durante la descarga. Todas las tareas de purga también son realizadas utilizando nitrógeno.

Se contará con dos generadores de nitrógeno para producir suficiente nitrógeno para proteger el tanque de almacenamiento de GNL de las condiciones atmosféricas sub que pueden surgir durante la descarga. Un generador estará ubicado en el FSRU, con una pureza de 97%. El generador de nitrógeno en el FSRU, tendrá una capacidad de  $2 \times 60 \text{m}^3/\text{h}$ .

#### **1.5.1.1.2 Generador de Aire de Instrumentación**

El propósito del generador de aire es producir suficiente aire de instrumentación para la operación de las válvulas de la terminal. El aire se produce secando y comprimiendo el aire en el ambiente.

#### **1.5.1.1.3 Sistema de Control de la Terminal Marítima**

El objetivo del sistema de control es garantizar la segura y adecuada operación de la Terminal Marítima de GNL. Se tendrán dos centros de control de todo el proyecto; uno dentro del FSRU y el otro dentro de la Central Térmica en tierra.

En general, el control y seguimiento de la Terminal Marítima serán realizadas por un pequeño centro de control lógico programable (PLC) con un sistema SCADA / HMI situado en la FSRU. Dentro de la sala de control del FSRU se controlarán los procesos de transferencia y sistemas ESD.

Durante la transferencia de GNL desde el LNGC, un sistema de control de ESD estará disponible a bordo del LNGC, para controlar la transferencia de líquido y vapor. La operación del FSRU será a tiempo completo (24 horas / 365 días).

Todos los procesos serán totalmente automatizados. Sólo serán necesarios la ejecución de unos pocos pasos por el operador, para el inicio y finalización de las operaciones, tales como descarga de buque metanero, transferencia de GNL y entrega del gas natural.

El sistema de control va a interactuar con todos los otros sistemas necesarios para la automatización de la terminal. El sistema también estará enlazado con el sistema de control de Central Térmica, permitiendo el intercambio de datos entre ambos, mediante cableado submarino de fibra óptica, de alta velocidad y banda ancha. Conexión de fibra óptica de la Terminal Marítima / FSRU a FSU será a través de

un sistema de acoplamiento rápido. Se tendrá telecomunicaciones redundantes por radioenlace de microondas.

Los siguientes sistemas están interconectando con el sistema de control de la terminal:

- Monitoreo de presión, temperatura y volumen de tanques;
- Detección de incendio y fugas de gas;
- Sistema ESD (SIL calificado); Y
- Control de mangueras.

### **1. Sistema de apagado de emergencia**

El sistema de apagado de emergencia va a monitorear la planta durante situaciones críticas. Éste actuará sobre motores y otros equipos para prevenir que ocurran fallas catastróficas.

Todas las mangueras, de vapor y líquidos, contarán con un sistema de apertura de emergencia.

### **2. Sistema de detección de fuego y fugas de gas**

Instrumentos dedicados a la detección de fuego y gas serán instalados de acuerdo a estudios y normativas de la industria. La detección de gas activa inmediatamente los sistemas de apagado de emergencia para evitar la propagación de gas y prevenir el riesgo de ignición. También se instalarán detectores de gases en el muelle de CEPA de acuerdo a lo recomendado en el estudio de riesgos del proyecto.

Señales de incendio también serán enviadas al sistema de control, y activarán los sistemas de emergencia para detener la alimentación de incendios con combustibles. El sistema de protección contra incendios también será activado para prevenir la propagación de un incendio.

#### **1.5.1.1.4 Sistema de Control de Incendios**

El FSRU estará equipado con sus propios sistemas de protección contra incendios. En el improbable caso de que se desencadene un incendio en la Terminal Marítima, los sistemas ESD se activarán para eliminar la fuente de combustible. El LNGC si estuviese presente procederán a retirarse de la terminal.

#### **1.5.1.1.5 Instrumentos**

Los instrumentos a instalar en la planta estarán dedicados a uno de los dos sistemas: Sistema de control de proceso o sistema de apagado de emergencia.

Los instrumentos de control de procesos se utilizarán para el control de la planta, el control, la regulación, alarma y parada del proceso. Todos los instrumentos estarán conectados al sistema de control. Los valores estarán disponibles para el operador todo el tiempo. También se registrarán en un

sistema para facilitar la presentación de informes, el mantenimiento, la supervisión del rendimiento y resolución de problemas.

Instrumentos ESD se utilizarán para supervisar procesos críticos y para iniciar acciones de emergencia para evitar fallas catastróficas. Todos los instrumentos estarán conectados a los controladores de ESD.

Se instalarán una gran cantidad de instrumentos y sensores de diferentes tipos. En el tema de sistemas de emergencia, los instrumentos a instalar incluyen, pero no se limitan a:

- Flujo de gases, presión de tubería, cromatógrafos de gases, para analizar muestras de gas y calcular el valor calorífico bruto; y
- Instrumentos para detectar densidades y presiones dentro de tanques. Se monitoreará niveles.

### 1.5.2 Proceso de Descarga del Buque Carguero

El buque carguero (LNGC) atracará a un costado del FSRU. Protecciones flotantes de espuma o neumáticos se colocarán entre los barcos y se conectarán al FSU. Las líneas de amarre del LNGC serán traspasadas al FSRU. El FSRU amarrará la línea utilizando ganchos de liberación rápida instalados en el estribor del FSRU. Se prevé que el siguiente arreglo típico para buques cargueros será utilizado: 2 esprin en la proa y popa y 6 amarras de costado en la proa y popa.

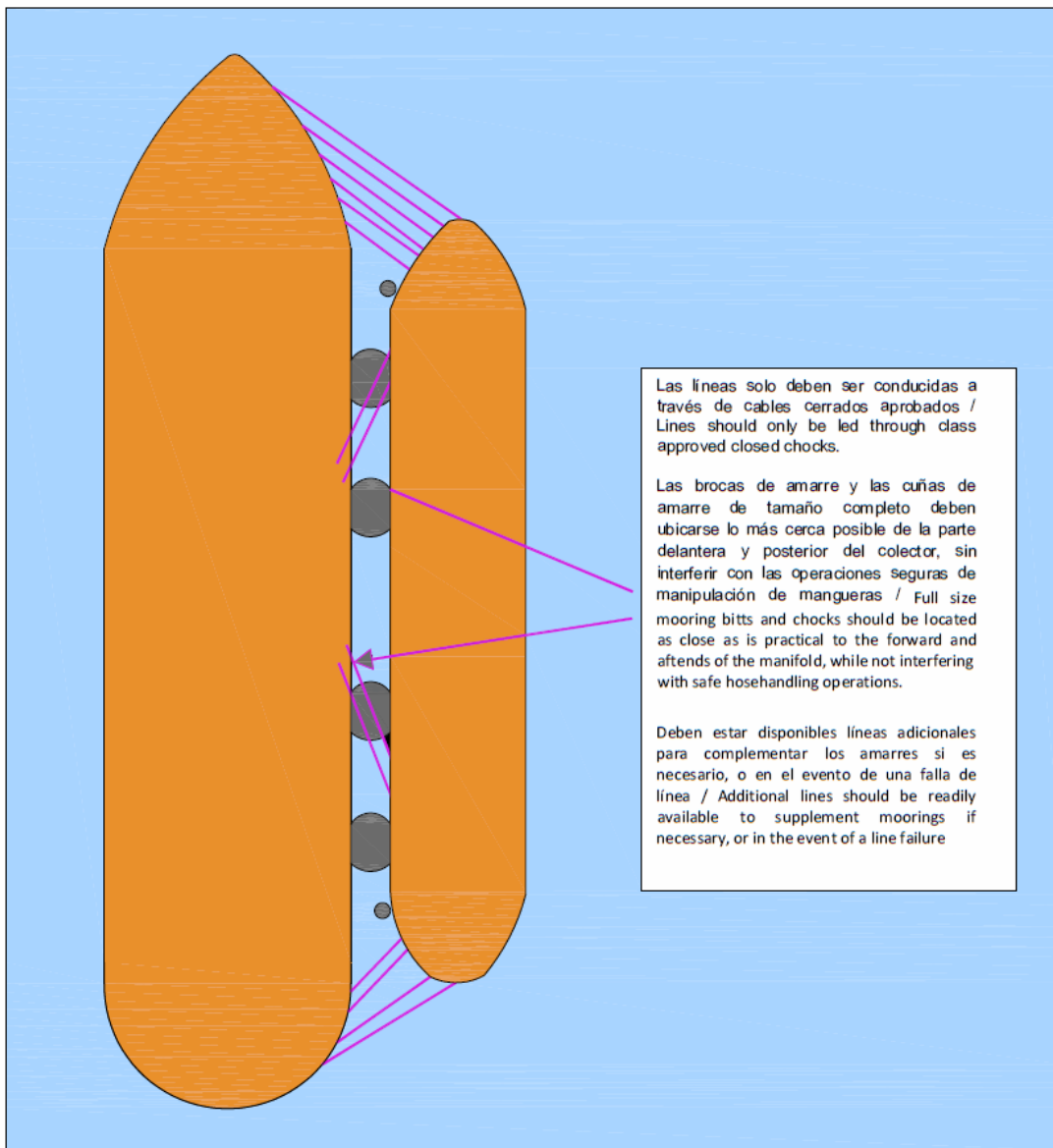
El LNG se transfiere desde el LNGC a la FSRU a través de sistemas de mangueras flexibles. Se espera que la Terminal Marítima pueda recibir buques de LNGC entre 138.000 m<sup>3</sup> y 174.000 m<sup>3</sup> de capacidad.

Los LNGC serán apoyados por remolcadores de apoyo durante la aproximación a la Terminal Marítima, todo coordinado y en apoyo de personal de control del Puerto de Acajutla. Se requerirá un remolcador de contra incendios en la Terminal Marítima en todo momento para la FSRU. Cuando un LNGC este atracado se mantendrán tres remolcadores, con el fin de servir al buque metanero durante operaciones de atraque y para respuesta de emergencia debido a los tsunamis, incendios, o cualquier otro evento, uno propio y los dos del puerto.

El LNGC se colocará con la popa orientada hacia el lado de la orilla, haciendo coincidir la orientación a la del FSRU. La zona de giro será en aguas más profundas al suroeste de la terminal. Para salir de la terminal, el LNGC también estará bajo el apoyo de remolcadores, y el buque va a salir directamente hacia adelante hacia zonas en alta mar. El FSU estará atracado permanentemente.

Durante la descarga se aplicará una “Cortina de agua” durante todo el tiempo en el costado del buque, para que en el caso de un derrame de LNG se proteja el metal del barco por el cambio brusco de temperatura. Ver figura 1-33. Ver Fotografía 1-4.

**Figura 1-33 - Esquema de atraque de buque de LNGC a un costado del FSRU**



*Fuente: EDP, 2018*

El LNG será responsabilidad de la compañía suministrante hasta su descarga en el FSRU. El gas será medido y analizado en cada entrega.



**Fotografía 1-4 - Cortina de Agua Durante la Transferencia**



*Fuente: Wärtsilä, 2014*

#### 1.5.2.1 Carga del FSRU

La transferencia de GNL se realiza mediante mangueras LNG STS (criogénicas). Cada manguera tiene acoplados a una Unidad de potencia hidráulica (HPU) para su liberación en caso de emergencia.

#### 1.5.2.2 Conexión de la Manguera (aproximadamente 2.5 horas)

Cuando los buques están amarrados de manera segura, el personal será transferido al LNGC por medio de una cajuela enrejada de transferencia de personal aprobada para:

- Reuniones previas; y
- Conexión de mangueras.

Las reuniones previas a la transferencia tratarán de la enumeración en orden cronológico de actividades de interés que puedan afectar la operación segura y eficiente de la transeferencia entre un barco y otro.

#### 1.5.2.3 Conexión

La FSRU se preparará con todas las mangueras conectadas a los colectores y los otros extremos colgando de las correas debajo de la bandeja de goteo. Las sillas de montar y los carretes estarán listos en la FSRU.

- La manguera de purga de nitrógeno estará disponible, los colectores purgados, medidos y listos para abrir
- La grúa FSRU trae cajas de equipos LNGC y el sistema de diluvio portátil
- Al finalizar la conexión, todas las mangueras se confirman purgadas con nitrógeno.
- El enlace ESD está conectado entre FSRU y LNGC.
- Prueba de parada de emergencia (ESD caliente)
- Se prueba la conexión ESD entre ambos buques. En condiciones cálidas desde LNGC
- Cuando la prueba confirma satisfactoriamente, se inicia el sistema de inundación de agua y se confirma la Unidad de potencia hidráulica (HPU) en funcionamiento / los acoplamientos de liberación de emergencia confirmados como operativos.

#### 1.5.2.4 Refrigeración de la manguera (Duración aproximada: 1.5 horas)

Después de completar la prueba de ESD caliente, las mangueras se deben enfriar antes de la transferencia de GNL; el proceso de enfriamiento es guiado por la FSRU. La condensación de LNGC Cargo Lines y las mangueras STS ocurrirá simultáneamente.

- Carga de la operación FSRU (Duración aproximada: 22 horas)
- Cuando la ESD se confirma activa, la carga de la FSRU puede comenzar.
- Desconexión de la manguera (duración aproximada: 6 horas)
- Después de la operación de carga, las mangueras STS serán drenados y purgados hasta <40% LEL antes de la desconexión.
- Desconexión (duración aproximada: 0,5 horas)
- Los barcos se desamarrarán soltando los ganchos de liberación rápida en la secuencia preestablecida.
- Maniobras y pilotaje FUERA
- LNGC maniobrará lejos de FSRU y soltará el piloto en una ubicación predefinida. Entonces LNGC procederá al mar hasta la próxima visita.

### 1.5.3 Proceso de Regasificación

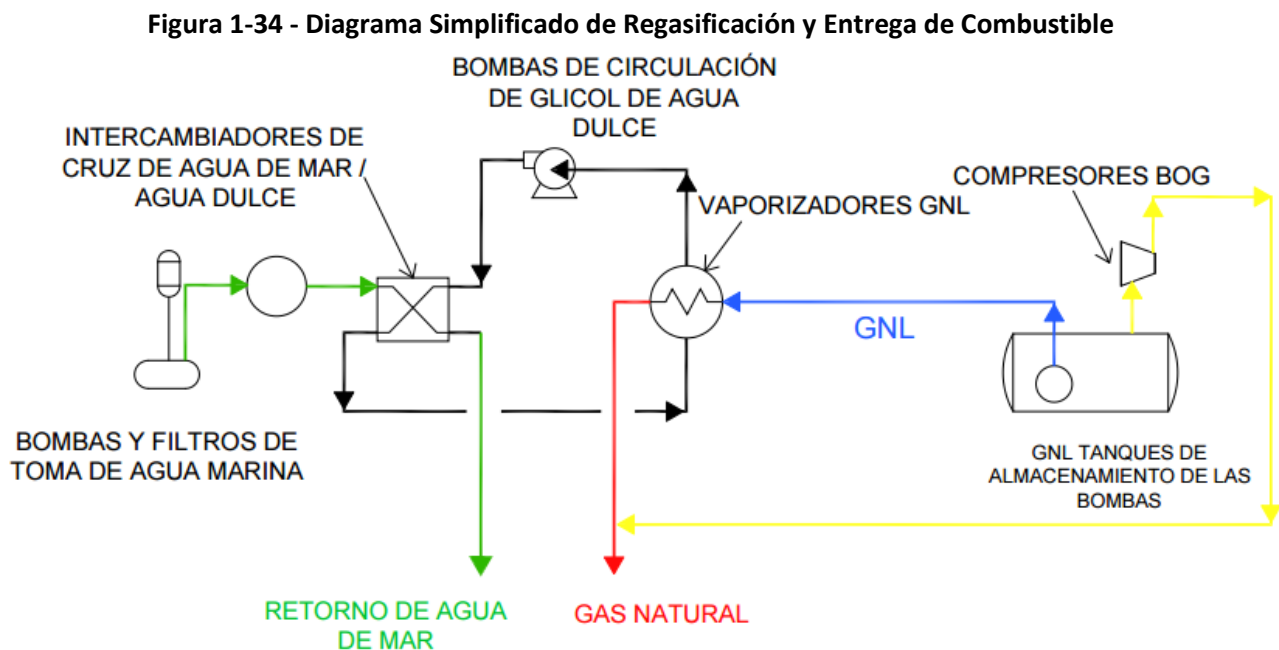
La regasificación será realizada conforme a la demanda, es decir que se regasificará el combustible que sea necesario de acuerdo con la demanda de la planta de generación eléctrica.

El GNL será bombeado desde los tanques de almacenamiento del FSRU a los vaporizadores de carcasa y tubo donde se utiliza un ciclo de agua dulce con glicol para vaporizar el GNL. El agua con glicol es posteriormente calentada en un segundo intercambiador de carcasa y tubo, la fuente de calor será agua de mar. La unidad de regasificación se compone de cuatro (4) trenes, que pueden funcionar de forma totalmente independiente. Los tres trenes tienen una capacidad de 93.3 millones de pies cúbicos por día (MMPCD) cada uno.

A baja velocidad de envío de gas (4-12MMPCD), las bombas de carga en el FRSU se detienen y BOG se envía directamente a la planta a 80 bares al colector, a través de compresores redundantes. Los mismos compresores se utilizan para suministrar gas combustible a los motores FSRU y para el control de la presión del tanque de carga. Este último se realiza mediante el envío del exceso de BOG directamente a la planta como parte del gas regasificado que se envía. La combinación de los vaporizadores de GNL y compresores BOG se utilizará para enviar gas natural a las instalaciones en tierra.

El calor de la planta de regasificación será proporcionado por agua de mar. Calefacción del sistema de regasificación se realiza con un sistema de glicol de agua dulce de ciclo cerrado. El sistema de ciclo cerrado se calienta por un sistema de agua de mar de ciclo abierto, como se muestra en la siguiente Figura 1-34 y en el diagrama en Figura 1-35.

Las principales características de tuberías, y las corrientes de GNL y GN en el proceso de regasificación y entrega del GN se presentan en la Tabla 1-20.



Fuente: M&N, 2016

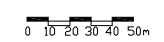
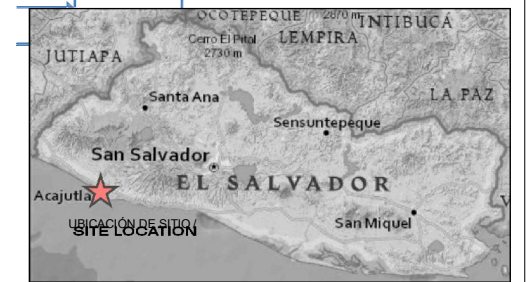
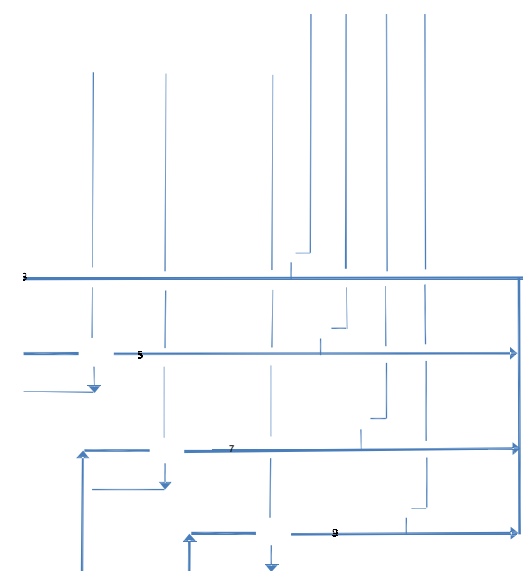
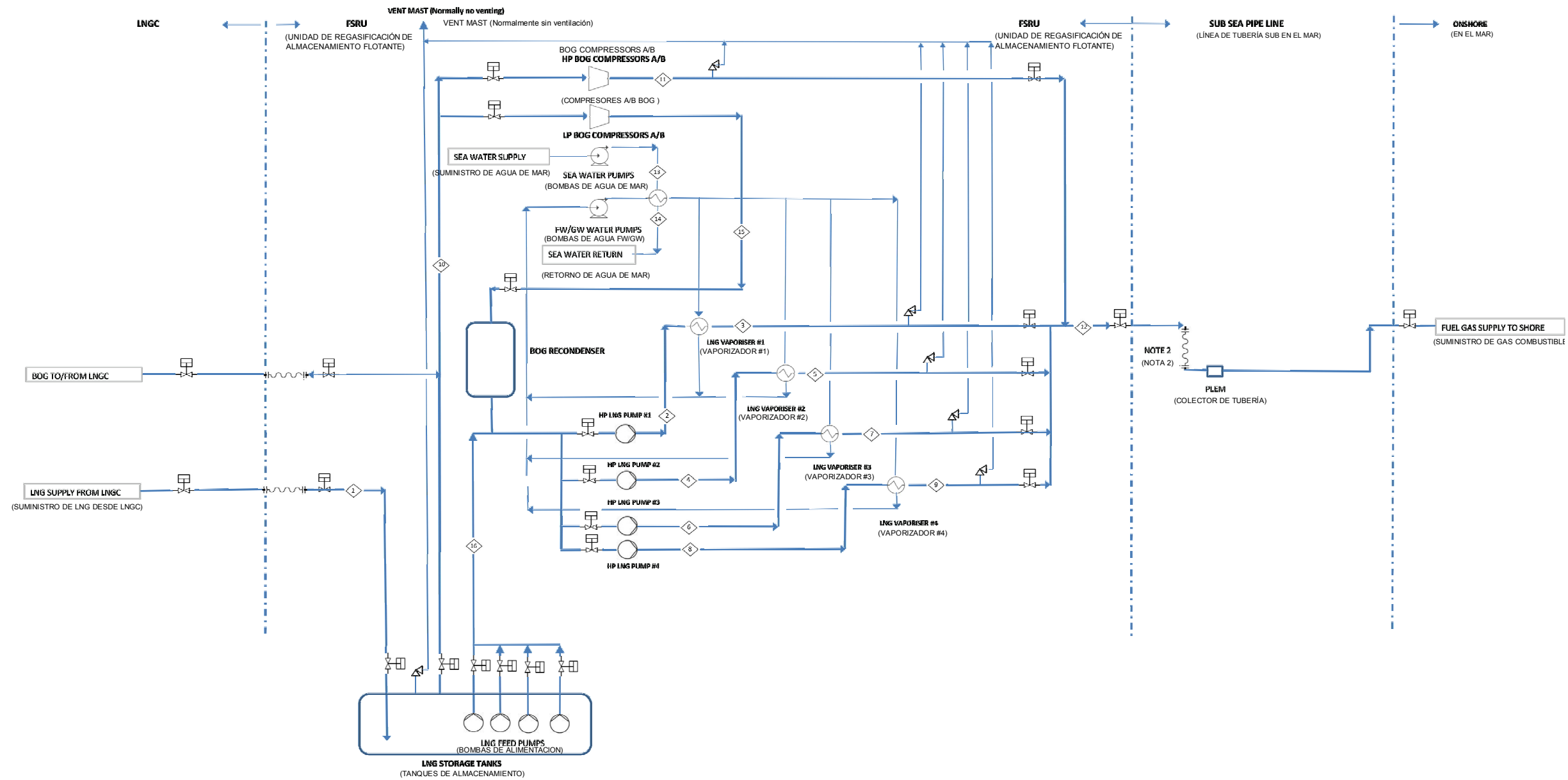
**Tabla 1-20 - Flujos de GNL y GN en el proceso de regasificación y entrega de GN**

Corriente	1. LNG desde LNGC a FSRU	2. FSRU Tanque para Vaporizador 1	3. NG from Vaporizador 1 a válvula (antes de la tubería)	4. FSRU Tanque para Vaporizador 2	5. NG desde Vaporizador 2 a válvula (antes de la tubería)	6. FSRU Tanque para Vaporizador 3	7. NG from Vaporizer 3 to valve (before pipeline)	8. FSRU Tanque para Vaporizador 4	9. NG desde Vaporizador 4 a válvula (antes de la tubería)	10. Gas de evaporación de FSRU a BOG Compressor	11. Gas de evaporación del compresor BOG a PLEM	12. NG tubería para plantar	13. Agua de mar para la entrada de regasificación	14. Agua de mar para la salida de regasificación	15. BOG para compresor BOG	16. LNG a Vaporizadores del 1 al 4
Fluidez (m <sup>3</sup> /h)	6,000	150		150		150		150					10,000	10,000		600
Fluidez (MMSCFD)			70		70		70		70	12	12	280			280	
Estado	Líquido	Líquido	Gas	Líquido	Gas	Líquido	Gas	Líquido	Gas	Gas	Gas	Gas	Líquido	Líquido	Gas	Líquido
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	450	450	55.4	450	55.4	450	55.4	450	55.4	1	55.4	55.4	1,000	1,000	6	450
Presión(bar)	2	85	80	85	80	85	80	85	80	1.1	80	80	5	1	8	6
Temperatura (°C)	-163	-163	5	-163	5	-163	5	-163	5	-140	5	5	28	23	20	-163
Diámetro (pulgadas)	24	6	12	6	12	6	12	6	12	24	10	12			8	10
Longitud (m)	100	50	50	50	50	50	50	50	50	150	150	150	40	40	150	150
Volumen (m <sup>3</sup> )	29.2	0.9	3.6	0.9	3.6	0.9	3.6	0.9	3.6	43.8	7.6	10.9			4.9	7.6
Masa (kg)	13,134	410	202	410	202	410	202	410	202	44	421	606			29	3,420

Fuente: EDP, Acajutla LNG Terminal Project Process Flow Diagram, Enero 2018.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DEL PROYECTO TERMINAL LNG / FLOW DIAGRAM OF THE LNG TERMINAL PROJECT PROCESS

FIGURA 1.35 / FIGURE 1.35



FUENTE / SOURCE :  
PLANOS WARTSILA / WARTSILA SITE PLAN

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :  
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE  
C:/ECO.DRAWING 1, EL SALVADOR/ECO INGENIEROS  
C:/ECO.DIBUJO 1, EL SALVADOR/ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 17/01/2018

STREAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FLOW [m <sup>3</sup> /h]	6000	150		150		150		150					10000	10000		600
FLOW [MMSCFD]			70		70		70		70	12	12	280				280
PHASE	LIQUID	LIQUID	GAS	LIQUID	GAS	LIQUID	GAS	LIQUID	GAS	GAS	GAS	GAS	LIQUID	LIQUID	GAS	LIQUID
DENSITY [kg/m <sup>3</sup> ]	450	450	55.4	450	55.4	450	55.4	450	55.4	1	55.4	55.4	1000	1000	6	450
PRESSURE [bara]	2	85	80	85	80	85	80	85	80	1.1	80	80	5	1	8	6
TEMPERATURE [°C]	-163	-163	5	-163	5	-163	5	-163	5	-140	5	5	28	23	20	-163
LINE SIZE [inch]	24	6	12	6	12	6	12	6	12	24	10	12	40	40	8	10
LENGTH [m]	100	50	50	50	50	50	50	50	50	150	150	150			150	150
VOLUME [m <sup>3</sup> ] (NOTE 1)	29.2	0.9	3.6	0.9	3.6	0.9	3.6	0.9	3.6	43.8	7.6	10.9			4.9	7.6
MASS [kg]	13134	410	202	410	202	410	202	410	202	44	421	606			29	3420



### 1.5.3.1 Ingesta de agua de mar

Durante la operación de la FSRU habrá liberaciones de agua de mar enfriada y calentada en las aguas circundantes. Comparativamente, las tasas de flujo y los diferenciales de temperatura del ambiente son los mismos para el concepto de RCM y el concepto de cofferdam anterior.

La regasificación requiere un flujo de agua de mar de diez mil metros cúbicos por hora. Para ser devuelto, después de ser utilizado para la regasificación. La temperatura base para la entrada de agua es de 28 ° C, y el agua se devuelve a 5 ° C más fría, es decir, a 23 ° C.

Para proteger el equipo de proceso y el sistema de tuberías, se instala un Sistema de Prevención de Crecimiento Marino (MGPS) en el sistema de agua de mar (SW). Para la FSRU, se toma una pequeña cantidad de agua de mar de la toma de agua y entra en un sistema de electrocloración, equipado con electrodos energizados bajo corriente directa anódica y catódica. En esta condición, la solución acuosa de cloruro de sodio (NaCl) se transformará en hipoclorito de sodio (NaOCl).

NaOCl es el agente activo que protegerá el sistema. El NaOCl natural se descompondrá después de unos minutos para recombinarse en NaCl y H<sub>2</sub>O.

### 1.5.3.2 Proceso de regasificación

Habrá cuatro unidades de regasificación en la FSRU, inicialmente solo se instalarán dos trenes de regasificación que proporcionarán la demanda de 70MMSCFD a la planta de energía con un 100% de redundancia.

Desde los tanques de FRSU, el GNL se entrega alrededor de -163 C al equipo de regasificación; el NG regasificado se entrega a 5°C a la tubería que llevará el gas a la planta a 80 bar de presión. Esta operación se llevará a cabo de forma permanente, cuando la planta esté en funcionamiento.

Durante la operación de la FSRU habrá emisiones de agua de mar enfriada o calentada a las aguas circundantes, estas incluyen:

- FSRU: ingreso y salida relacionada con el vaporizador
- FSRU: ingreso y salida relacionado con el motor

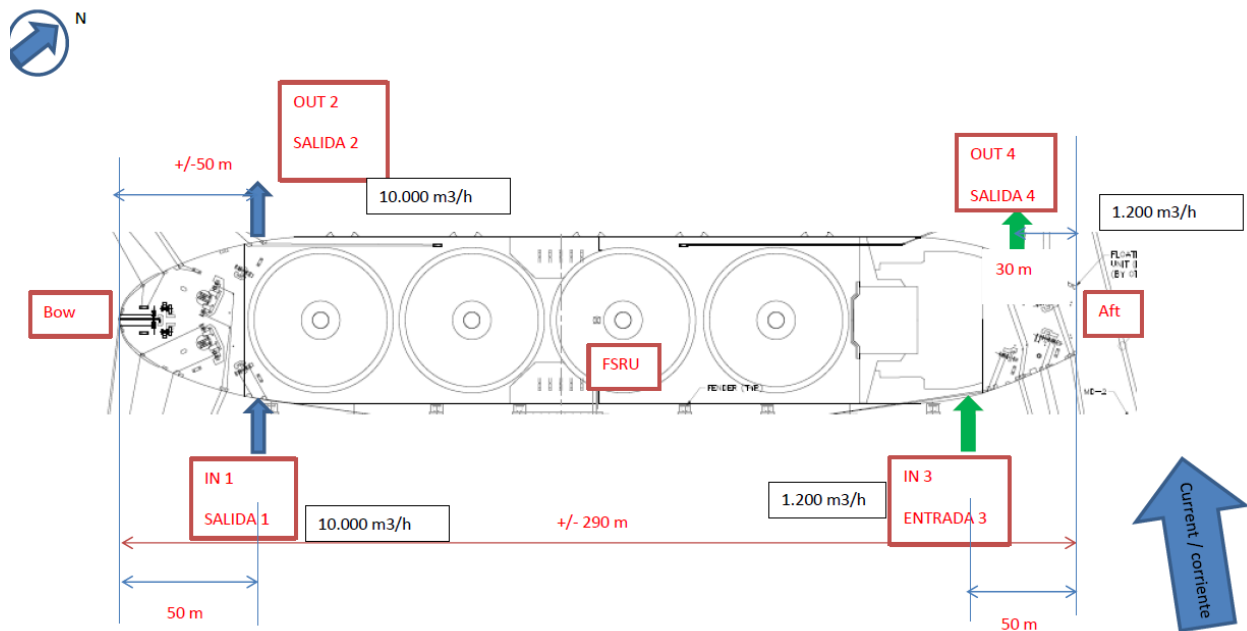
En la Tabla 1-21 y Figura 1-36 se muestran los flujos y puentes de entrada y salida.



Elemento	Fluidez	Temperatura
Vaporizador de agua de mar ENTRADA	10,000 m <sup>3</sup> /h	T
Vaporizador de agua de mar SALIDA	10,000 m <sup>3</sup> /h	T-5°C
Refrigeración del motor de agua de mar ENTRADA	1,200 m <sup>3</sup> /h	T
Refrigeración del motor de agua de mar SALIDA	1,200 m <sup>3</sup> /h	T+5°C

Fuente: M&N, Review of Thermal Plume RCM Concept, December 2017.

Figura 1-36 - Parámetros de entrada/salida FSRU



Fuente: EDP, Diciembre 2017.

Se realizó un análisis de dispersión de la pluma térmica como parte del EsIA presentado al MARN, con el fin de estudiar el desarrollo de columnas de descarga en relación con las condiciones meteoceánicas en y alrededor del sitio del proyecto. Desde la finalización del estudio de la pluma térmica, el concepto de la terminal ha cambiado y se ha examinado la aplicabilidad de los resultados anteriores al sistema actual, esperando que sean muy similares. Mayor detalles se presenta en capítulo 2.

### 1.5.3.3 Gas de evaporación (BOG)

El gas de evaporación generado en los tanques de carga de la FSRU o del LNGC se utilizará parcialmente para la planta generadora de energía. El balance del gas de evaporación se enviará a la costa o alternativamente a la Unidad de Combustión de Gas en el caso anormal en el que no habría consumo en tierra y se alcanzara la presión máxima en los tanques de carga.

Se instalará una unidad de manejo de gas combustible totalmente redundante, capaz de suministrar gas de ebullición presurizado desde los compresores a los motores de combustible dual de FSRU, a la costa o en situaciones de emergencia a la Unidad de Combustión de Gas.

El gas evaporativo que se generará en los tanques de almacenamiento de la FSRU se usará parcialmente para la planta de generación de energía. Si se alcanza la presión máxima en los tanques, el gas de evaporación se enviará a la planta o, alternativamente, a la unidad de combustión de gas.

La evacuación del exceso de BOG es estrictamente una medida de emergencia para controlar la presión del tanque de carga. El Código Internacional de Gas requiere dos medios para la eliminación de BOG. El principal es la quema en los motores. El uso de unidades de combustión de gas es el segundo medio para eliminar el exceso de BOG que se utilizará.

Con bajas emisiones de gases (4-12MMSCFD), las bombas de carga en el tanque se detienen y BOG se envía directamente a la planta con 10 barg en el colector a través de compresores redundantes. Los mismos compresores se utilizan para suministrar gas combustible a los motores FSRU y para controlar la presión en el tanque de carga. Esto último se hace enviando el exceso de BOG (de FSRU) directamente a tierra como parte de la entrega de regasificación. La combinación de vaporizadores de GNL y compresores BOG se proporcionará para entregar gas natural a las instalaciones costa afuera.

El gas de evaporación sale de los tanques a  $-140^{\circ}\text{C}$ , a una presión de 1,1 bar, y se lleva a los compresores para llevarlo a 80 bar y  $5^{\circ}\text{C}$ , para ser entregado.

#### **1.5.4 Operación de la Unidad de Almacenamiento Flotante (FSRU)**

La FSRU tendrá tres motores con calificación IC de 4,5 MW que funcionarán con gas natural. Se prevé que los tres motores funcionarán a la velocidad máxima de envío de gas de 280 MMSCFD. Cada motor de IC consumirá aproximadamente 450 kg / h de gas natural. Los motores IC también tendrán la capacidad de funcionar con combustible diésel solo durante emergencias.

Para la planta del motor, se instalará un sistema de enfriamiento, que constará de intercambiadores de calor de carcasa y tubo que usarán agua de mar como medio refrigerante. El consumo de agua de mar para refrigeración será de 1.200 m<sup>3</sup> / h mientras esté amarrado a la terminal marítima

#### **1.5.5 Condiciones Límites de Operación**

La Terminal Marítima tendrá límites establecidos de operación, parámetros ambientales que cuando se exceden resultará en no realizar el atracó, paro de operaciones o des anclaje y dejar la terminal. Esta sección presenta los límites operables seguros previstos para la terminal. El plan de operaciones de la

Terminal Marítima definirá los límites de carga, movimientos admisibles para la conexión al colector de buque y operación del las mangeras. Se incluirán también límites definidos como permisibles para amarre, la para las defensas y movimientos de la embarcación mientras cuando se encuentre atracado.

Los límites operacionales Terminal Marítima incluirán:

- Límites de aproximación y atraque. Condiciones límites del clima para la aproximación y atraque del LNGC en la terminal;
- Límite de transferencia de carga. Condiciones de clima límite para el LNGC atracados en la Terminal Marítima conectados en cualquier línea, boya de atraque o defensas, o movimiento de los barcos como resultado de vientos, corrientes o acción de las olas; y
- Límites de salida – limitación de condiciones climáticas para el LNGC que parten del atraque.

Se han establecido límites operativos preliminares basados en los estudios de remolcador, amarre dinámico y de puente realizados a la recha para el LNGC aproximándose al sitio y atracando. Estos límites son preliminares y serán definidos después de realizar un mayor análisis en la etapa de diseño final en consulta con las entidades reguladoras. También se presentan límites preliminares para operación del LNGC al atraque.

#### 1.5.5.1 Embarcaciones Tipo y Criterios de Atraque

Los límites de funcionamiento se basan en las siguientes capacidades de buque, que se presentan en la Tabla 1-22.

Vasos de diseño	Capacidad (mínimo)	Capacidad (máximo)
FSRU	125,000 m <sup>3</sup>	174,000 m <sup>3</sup>
Transportadores de LNG	136,000 m <sup>3</sup>	180,000 m <sup>3</sup>

*Fuente: M&N, Terminal Operating Limits Memo, 2018*

Los sistemas de amarre de la Terminal Marítima se basan en lo siguiente:

- Los transportadores de LNG abandonarán el atracadero cuando se alcancen o se pronostique que se superarán las condiciones ambientales limitantes.
- Se supone que los remolcadores no operarán en condiciones que excedan una altura de ola significativa de HS = 1.5 m. Si se obtienen más remolcadores con mejor capacidad para el proyecto, esta restricción puede aumentarse.
- Para líneas de amarre de alambre de acero, la carga de trabajo segura permisible (SWL) en las líneas de amarre se define como el 55% de la Carga mínima de rotura (MBL) según las recomendaciones de OCIMF;
- Para líneas de amarre sintéticas, la carga de trabajo segura permisible (SWL) en las líneas de amarre se define como el 50% de la Carga mínima de rotura (MBL) según las

recomendaciones de OCIMF; y La carga de trabajo permisible en los guardabarros es la reacción nominal en el desempeño del diseño;

#### 1.5.5.1.1 Limitación de Condiciones Climáticas para Acercamiento y Atraque del LNGC

La limitación de las condiciones para el acercamiento del LNGC, en la Terminal Marítima serán los que se presentan en la Tabla 1-23:

<b>Actividad (Funcionamiento normal) <sup>(1)</sup></b>	<b>Viento (nudos)<sup>(2)</sup></b>	<b>Ola Hs (m)<sup>(3)</sup></b>
LNGC acercamiento y atraque	20	1.0 m

*(1) Aplicable para buques de hasta 180.000 m3.*

*(2) Velocidad del viento es la velocidad medida a la altura de referencia estándar de 10 metros MSL y es representante de una velocidad sostenida promedio de 30 segundos.*

*(3) Límite de hs proporcionada es aplicable para períodos de onda (Tp) menos de 12 segundos. Para Tp > 12 segundos, límites de onda pueden ser menores dependiendo de las condiciones y tipos de embarcación.*

*Fuente: M&N, Terminal Operating Limits Memo, 2018*

#### 1.5.5.1.2 Visibilidad

Limitaciones debido a la visibilidad será a discreción de los pilotos.

#### 1.5.5.1.3 Corrientes

Limitaciones debido a las corrientes será a discreción de los pilotos.

#### 1.5.5.2 Condiciones Limitantes para Transferencia de Carga del LNGC

Los valores a continuación (Ver Tabla 1-24) son preliminares y se están estudiando a través del modelado hidrodinámico numérico, así como a través del modelado de prueba de cuenca física que se encuentra en curso en el momento de esta presentación.

<b>Sector del buque</b>	<b>Dirección de la onda</b>	<b>Período de pico de onda</b>	<b>Limitar la altura de ola significativa para la descarga</b>
<b>[-]</b>	<b>[deg]</b>	<b> Tp [s]</b>	<b> Hs [m]</b>
De frente	180 – 270	<8 or >14	1.5
De frente	180 – 270	8 -14	2.5
Haz encendido	90-180, 270-360	<14s	1.5
Haz encendido	90-180, 270-360	>14s	0.5

*Fuente: M&N, Terminal Operating Limits Memo, 2018*

#### 1.5.5.2.1 Visibilidad

Limitaciones debido a la visibilidad será a discreción del piloto.

#### 1.5.5.2.2 Corrientes

Limitaciones debido a las corrientes será a discreción del piloto.

Los límites operables reales se refinarán aún más durante el diseño detallado y también durante las operaciones, a medida que se comprenda mejor la experiencia de las instalaciones específicas del sitio y las interacciones ambientales.

Habrà una estación meteorológica y equipos de monitoreo instalados en la Terminal completa. Los datos tales como la velocidad y dirección del viento, la temperatura, la presión barométrica, la humedad y la visibilidad se medirán junto con las olas, los datos de mareas y la temperatura del agua. Esta información se proporcionará al operador de atraque. Además, la Terminal estará equipada con medidores de corriente en tiempo real capaces de medir las velocidades y direcciones del agua en toda la columna de agua. La lista detallada de la instrumentación de estación meteorológica y las especificaciones de este equipo se establecerán durante la fase de diseño detallado.

Junto con el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) emitió advertencias meteorológicas, estos datos permitirán al operador de la terminal otorgar o denegar el acceso a la instalación, limitar o finalizar operaciones de carga, y / o ordenar al buque que abandone el atraque, con base en pronosticar condiciones ambientales.

#### 1.5.5.3 Monitoreo de Variables Meteorológicas y Dinámicas Costeras

La operación segura de la Terminal Marítima se controla a través de la utilización de una combinación de herramientas de predicción, tal como predicción meteorológica, y medición de campo en tiempo real, tales como medidores de elevación del agua y anemómetros (velocidad del viento). Cuando las condiciones ambientales, como la velocidad del viento o las alturas de las olas superan los límites de seguridad especificados, las operaciones de carga se detendrán y en condiciones extremas, el buque de descarga de GNL podría abandonar el puesto de atraque.

Para el caso de tsunamis, la Terminal Marítima dependerá de alertas de tsunami y la información de Tsunamis del Centro de Alerta del Pacífico (PTWC), dirigido por la NOAA y situado en Hawai, y del centro nacional de alerta de tsunamis, que forma parte del Ministerio de Medio Ambiente.

Para la alerta de las condiciones meteorológicas y oceánicas extremas, como huracanes o vientos, depresión tropical / olas, la Terminal Marítima se basará en información del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA (NHC) y de alertas meteorológicas nacionales. Para los fenómenos

meteorológicos no relacionadas con tormentas, la Terminal Marítima responderá en los informes de previsiones meteorológicas locales.

Información meteorológica en tiempo real y datos de estado de mar serán recogidos en la Terminal Marítima a través de un Sistema de monitoreo marítimo “Marine Environmental Monitoring Systems” (MEMS). Esto permitirá que la Terminal Marítima pueda conocer las condiciones que ocurren en tiempo real y tomar decisiones eficaces para garantizar condiciones de operación segura.

### 1.5.6 Actividades de mantenimiento de la Terminal Marítima de GNL

El mantenimiento consiste en la revisión periódica de instrumentación, tuberías, tanques, bombas, válvulas, mangueras, equipo de regasificación, para evaluar su estado y funcionamiento y proceder a limpieza, reparación y/o cambio de partes (ver Tabla 1-25).

Tabla 1-25 - Mantenimiento de Equipos en FSRU		
Sistema	Equipo	Actividades de mantenimiento
General	Motores eléctricos	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		medición de vibración de motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		anual de engrase de los rodamientos de motor eléctrico
	Casco	5 inspección anual de la clase
	Actuadores hidráulicos	prueba funcional de 3 meses
	Todos los rodamientos	Medición de ultrasonido (CbM)
Estructura y tanques	Tanques de lastre	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		inspección anual de tanque
	Rúbrica de ventilación de aire	inspección visual anual
	Rompeolas	Estudio 5 año de rompeolas
	Tanque de agua destilada	prueba hidrostática inspección, la limpieza y el depósito del tanque 5 años
	Tanque MDO	prueba hidrostática inspección, la limpieza y el depósito del tanque 5 años
	Tanque de drenaje HFO	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		alarma de nivel de prueba de 6 meses
	Tanque de agua dulce	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años
		inspección anual de depósito y limpieza del tanque
		6 meses análisis de agua potable
Tanque de sentina aceitosa	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años	
	alarma de nivel de prueba de 6 meses	
Tanque de inspección de drenaje aceitoso	prueba hidrostática inspección, la limpieza y el depósito del tanque 5 años	
Tanque LO	alarma de nivel de prueba de 6 meses	



**Tabla 1-25 - Mantenimiento de Equipos en FSRU**

Sistema	Equipo	Actividades de mantenimiento	
		inspección visual de 5 año y limpieza del tanque	
		verificación anual del funcionamiento de las válvulas	
	Tanque de lodos	prueba hidrostática inspección y tanque del tanque 5 años	
		alarma de nivel de prueba de 6 meses	
	Espacio vacío	Estudio 5 año de espacio vacío	
		inspección anual del espacio vacío	
Anclaje, amarre y remolque en su caso	Cabrestantes de ancla y amarre	3 meses inspección y prueba funcional	
		prueba anual de freno	
		5 años renovar el baño de aceite	
		renovar anualmente cambios de aceite baño planetary	
		6 meses análisis de lubricantes prueba de contenido de aceite y agua	
	Paquete de energía hidráulica	calibración de cadena de ancla de 5 año / medición	
		medición de vibración de motor eléctrico de 3 meses	
		prueba de resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses	
		anual de engrase de los rodamientos de motor eléctrico	
		revisión de 5 años de la bomba del enfriador de aceite	
	Sistema de remolque de emergencia	Revisión de la bomba hidráulica después de 20000 rhrs	
		prueba funcional mensual	
	Quick Release hooks	control 2-anual	
		Inspección visual y engrase trimestral	
		Comprobación de la función de operación de 6 meses	
	CAN system	Calibración / certificación de célula de carga anual	
		Inspección anual	
	Carga	Calentador de carga	Calibración / medición de la cadena 5 años
			inspección anual 5
		Refrigeración y sellado de sistemas de agua	inspección anual 5
Instalación eléctrica		inspección anual 5	
Dispositivos de presión y vacío		inspección anual 5	
Bombas de carga principal		Revisión de la bomba después de 10000 rhrs (CbM)	
		prueba de resistencia eléctrica de motor sumergido 6 meses	
Bombas de extracción y pulverización		Revisión de la bomba después de 10000 rhrs	
		prueba de resistencia eléctrica de motor sumergido 6 meses (CbM)	
Válvulas de seguridad		prueba de la válvula de 5 años (algunos de ellos anualmente)	
Inyectores de aerosol	filtros de entrada de boquilla de verificación de condición anual spray		

<b>Tabla 1-25 - Mantenimiento de Equipos en FSRU</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividades de mantenimiento</b>
	Bomba de vacío	6 meses comprobación de fugas y operación de boquillas
		limpieza Filtro tamiz después 3000 rhrs
		renovación de cilindro del aceite de lubricante después de 2000 rhrs
		Revisión de la bomba después de 4000 rhrs
	Cargo compressors	Prueba de vibración y megger de 3 meses (CbM)
		6 – Prueba funcional mensual
Sellos y acoplamientos visuales de inspección visual		
Regasificación	Válvulas de control	prueba funcional de 3 meses
	Actuadores hidráulicos	prueba funcional de 3 meses
	Válvulas de seguridad	prueba de la válvula de 5 años (algunos de ellos anualmente)
	Motores eléctricos	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		medición de vibración de motor eléctrico de 6 meses (CbM)
	Compresor BOG	Mantenimiento preventivo 4000 rhrs
		Mantenimiento preventivo 8000 rhrs
	Unidad de medición	calibración anual
	Bomba de alimentación de emergencia	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		Revisión de la bomba después de 10000 rhrs
	Bomba de aumentador de presión de agua de calefacción	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		Revisión de la bomba después de 40000 rhrs
inspección visual de 6 meses y prueba funcional		
Vaporizadores	inspección anual 5	
	instrumentación de calibración anual en vaporizador	
Sistema barco a barco (ship to ship STS)	Sillas de montar	6 meses lubricación / engrase
	Mangueras de STS	renovación cada 5 años
		presión anual y prueba de conductivity
	Acoplamiento de desbloqueo de emergencia	revisión anual de los acoplamientos
Pedazo de carrete	Inspección visual de tinte	
Motor Diesel auxiliar	Motor	Según el plan de Wartsila Maitenance, mantenimiento preventivo revisar después de 4,000 rhrs 8,000 rhrs, 12,000 rhrs, 16,000 rhrs, 24.000 y 32.000 y 48.000 horas.
	Bomba MDO	revisión de 5 años
	Bomba de combustible piloto	Revisión de la bomba después de 20,000 rhrs
Sistema de agua de lastre	Bombas de lastre	Verificación funcional de inyector de aire 2-mensual
		Alineación Compruebe cada 5,000 rhrs

<b>Tabla 1-25 - Mantenimiento de Equipos en FSRU</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividades de mantenimiento</b>
y mar		Engrasar cojinetes de la bomba cada 1000 rhrs
		6 - prueba funcional mensual
	Bombas de agua de mar	Bomba engrase cada 5000 rhrs
		Revisión de la bomba después de 20,000 rhrs 6 - prueba funcional mensual
	Bomba de circulación de agua de mar y bomba de agua de enfriamiento por agua de mar	Revisión de la bomba después de 20,000 rhrs
Sistema de agua dulce	Bombas de agua dulce	prueba de la resistencia eléctrica del motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		medición de vibración de motor eléctrico de 6 meses (CbM)
		Engrase motor eléctrico cada 2,000 rhrs
	Filtro y filtros	inspección y limpieza anual
	Generador de agua dulce	limpieza química de 4 meses y control interno
	Enfriadores de agua frescas	anual limpieza
	Filtro de agua de mar	limpieza del filtro del agua de mar 2-mensual

Fuente: EXMAR 2016.

### 1.5.7 Provisión de Servicios Básicos a FSRU

Para la carga y descarga de personal, consumibles y desechos, se realizará mediante equipo en el FSRU. Al FSRU se llegará mediante al arrendamiento periódico de un barco de trabajo de 20 a 30m.

En el FSRU habrá grúas y el equipo necesario para el movimiento de suministros y equipos. El proyecto cargará y descargará tripulación, consumibles y desechos mediante el uso de un barco de trabajo de 20 a 30 metros y las instalaciones existentes de CEPA que serán arrendadas al proyecto a tarifas regulares.

La energía para el propio FSRU será proporcionada desde el FSRU, a generarse localmente a partir de GNL almacenado o por medio de un cable eléctrico submarino.

Se contará con un sistema generador de emergencia a diesel (en una posición fija), y un interruptor de transferencia manual para iniciar el generador y ejecutar los servicios esenciales en la plataforma del generador en caso de que la energía primaria FSRU no se pueda operar.

La carga de agua potable a la FSRU y la descarga de efluentes (basura, agua de sentina, lodos, etc.) de la FSRU se realizará mediante la transferencia a través de un balcon de servicios a través de tuberías hacia y desde los buques de servicio.

La entrega de provisiones y equipos al FSRU será realizado mediante rúas de las barcasas de servicio atracados directamente al lado de estribor del FSRU.

La FSRU tendrá un generador de agua dulce con una capacidad aproximada de 6 toneladas por día para las necesidades del personal.

### 1.5.8 Zona de Restricción

Existen dos objetivos para las zonas de seguridad de los buques de GNL

- Para minimizar posibilidad de colisión durante operaciones de regasificación; y
- Para proteger la propiedad y el personal circundantes de los peligros que podrían estar asociados con emergencias.

Con relación a los riesgos, se busca evitar colisión con el tráfico mercantil que pasa hacia el Puerto de Acajutla y colisión con embarcaciones de recreo / buques pesqueros / buques de abastecimiento para fondeo y amarre de CENERGICA.

Se ha establecido una zona de 300m de diámetro restringida para el paso de embarcaciones, reducida en algunos puntos para mantener los 600m solicitados por CEPA, y acceso a tubería Cenergica; Esta zona se extiende donde se ubican las anclas para protección de estas.

Y un círculo de seguridad de 500 para otras embarcaciones, que no sean controladas por CEPA, como los barcos de los pescadores; Esta zona también se reduce para mantener la distancia con muelle de CEPA.

Se propone la modificación la dársena de entrada para ingreso de Barcos al puerto de Acajutla, en acuerdo preliminar con CEPA y la AMP, para poder establecer las zonas de protección antes mencionadas.

Para la tubería, inicialmente se ha considerado una zona de instalación de 50m a cada lado del eje para que el constructor pueda tener campo para variar la ruta en el caso de que se encuentre con rocas o subsuelos desfavorables a las metodologías de construcción. Ya instalada, se establecerá una servidumbre de 15 metros a cada lado de la tubería.

Estas distancias serán revisadas en la etapa de diseño final y operaciones para su optimización. Las áreas marinas restrictivas se observan a continuación; para la etapa de operaciones ver Figura 1-37.

Adicionalmente, para la etapa de construcción también se han definido áreas de restricción para facilitar las operaciones y evitar accidentes (Ver Figura 1-38).

### 1.5.9 Materiales, desechos y residuos peligrosos

Los principales residuos y materiales peligrosos a bordo del FSRU son los siguientes:

**Materiales:**

- El aceite de lubricación para toda la maquinaria
- El aceite hidráulico para el generador de emergencia, sistemas hidráulicos y actuadores

**Desechos sólidos:**

- Los elementos de filtro, cartuchos
- Adsorbentes no tóxicos gastados
- Formulario de mantenimiento de Residuos

**Los desechos líquidos:**

- Los residuos de aceite
- El agua aceitosa
- Los residuos sanitarios, aguas grises

Los desechos y residuos sólidos, comunes y peligrosos, serán llevados de forma periódica a la planta en tierra para su adecuada disposición conforme a las tablas de las páginas anteriores.

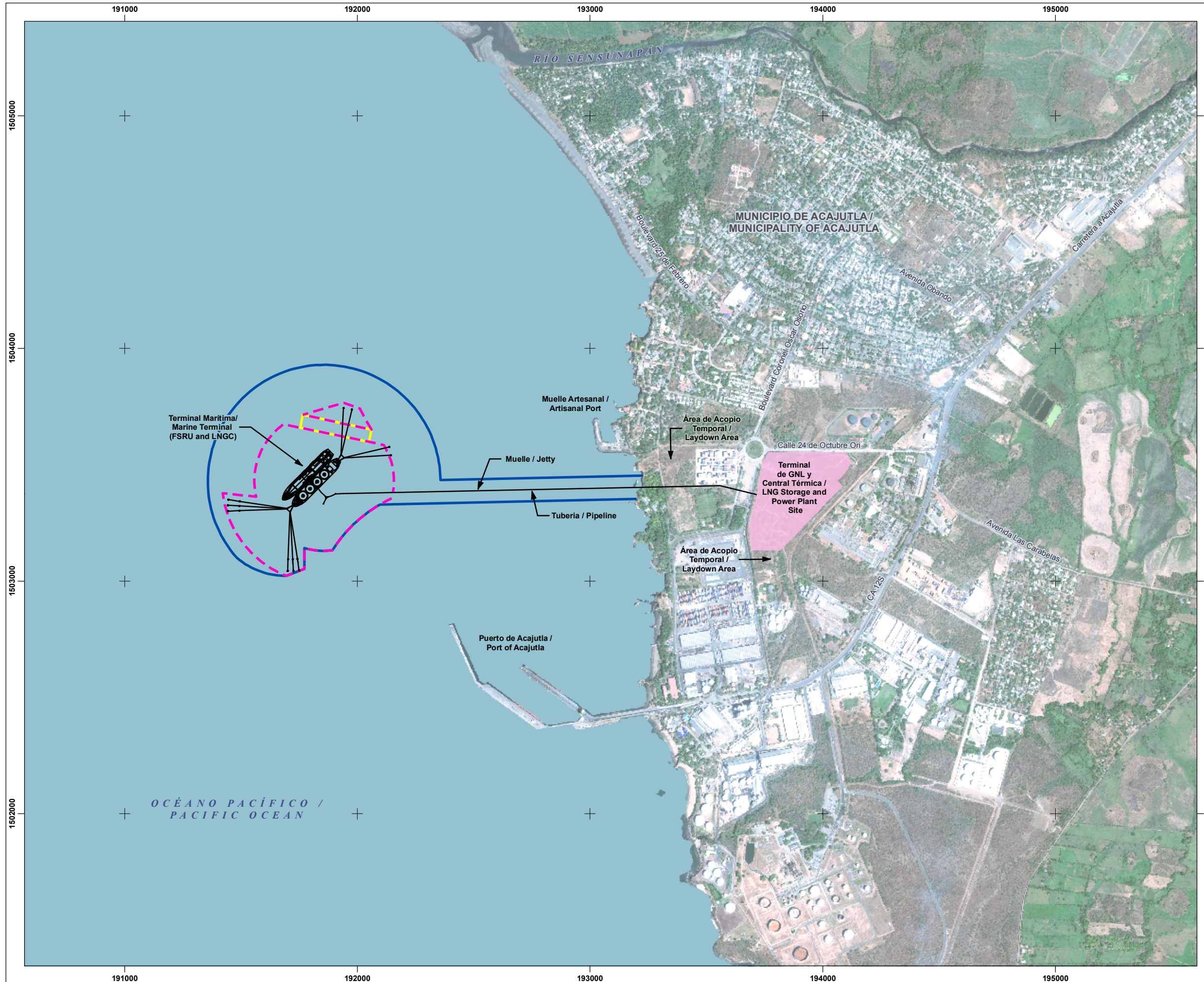
El diseño del sistema de gestión de la FSRU y HSE a bordo será tal para cumplir con las regulaciones de la OMI, en particular MARPOL.

En virtud del MARPOL (Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques), un plan de gestión de basura tiene que estar en su lugar durante las operaciones con el fin de manejar todo tipo de víveres, los residuos domésticos y operacional incluyendo residuos químicos. El seguimiento de la buena ejecución de este plan está garantizado por el mantenimiento correcto del Libro registro de basuras que registrará la recolección, procesamiento, almacenamiento y eliminación de la basura.

Al igual que en el libro registro de desechos, un Libro registro de hidrocarburos se mantendrá también para manejar cualquier lodo de aguas / aceitosa de la sala de máquinas según el requisito del MARPOL.

La FSRU contará con una unidad de tratamiento de aguas residuales adecuada para el cumplimiento de la tripulación con 42 m<sup>3</sup> (5 días) de almacenamiento de aguas residuales. Aproximadamente 8m<sup>3</sup> / día de descarga de aguas residuales tratadas según la especificación MARPOL Anexo IV y aprobadas por los estándares de la administración.



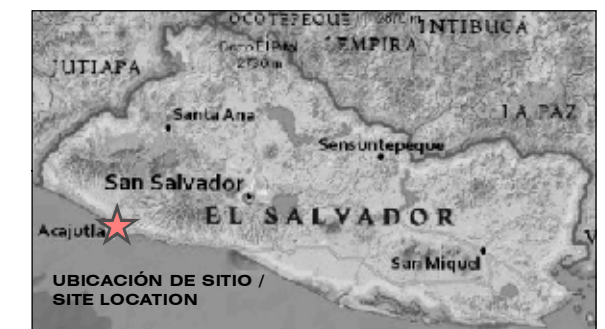


**ENERGÍA DEL PACÍFICO**  
LNG TO POWER PROJECT

**ÁREAS MARINAS DE RESTRICCIÓN (OPERACIONES) / MARINE RESTRICTION AREAS (OPERATIONS)**

FIGURA 1.37 / FIGURE 1.37

- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- ÁREAS MARINAS DE RESTRICCIÓN / MARINE RESTRICTION AREAS**
- BÚFER DEL MUELLE, TUBERIA 100 m / 100 m JETTY, PIPELINE BUFFER
- BÚFER DEL FSU 250 m / 250 m FSU BUFFER
- BÚFER DEL FSU 500 m / 500 m FSU BUFFER



FUENTE / REFERENCE  
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /  
WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:  
G:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXD\Reporting - 2016\X - Marine  
Restrictions.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 1/17/2018








# Energía del Pacífico

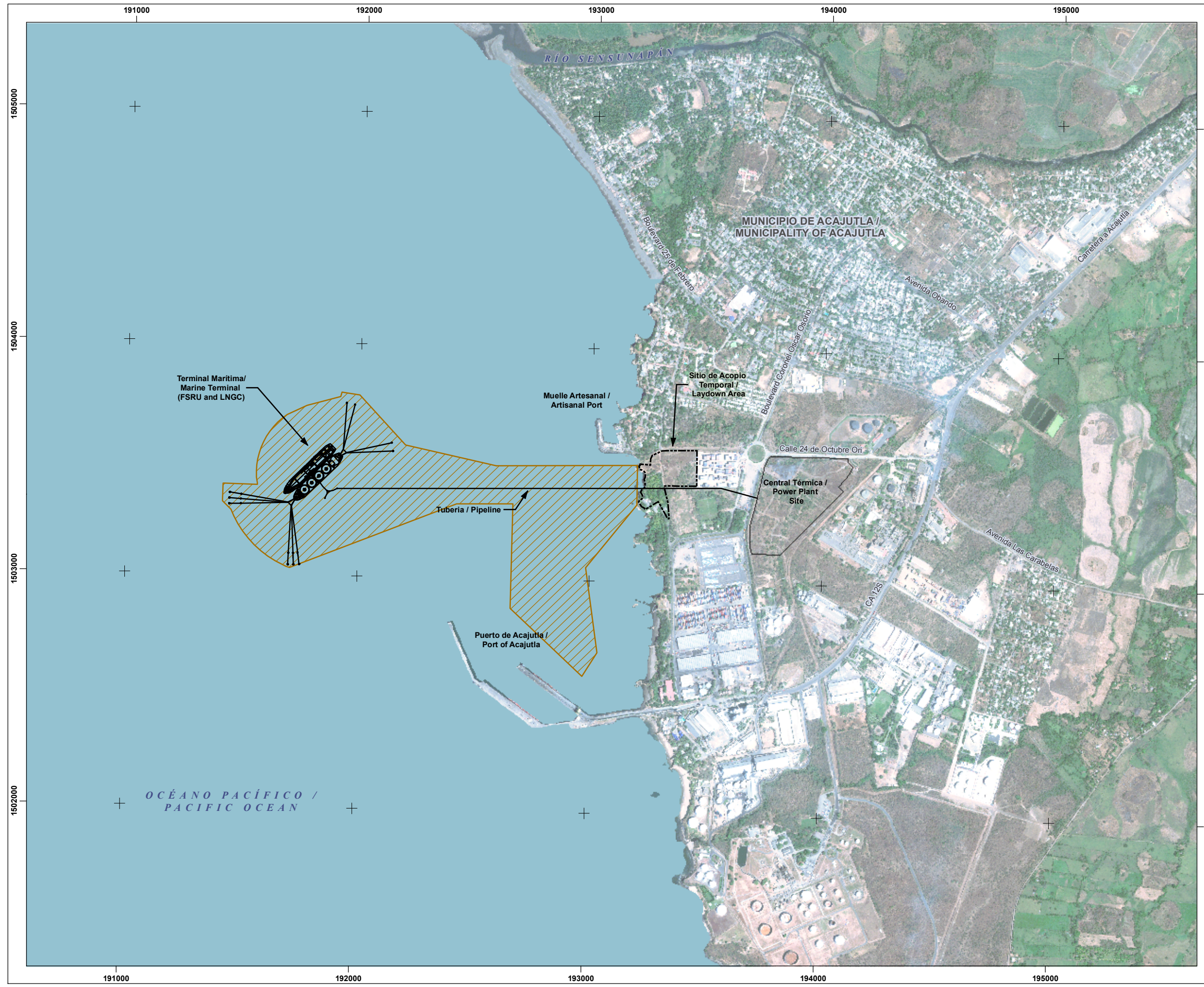
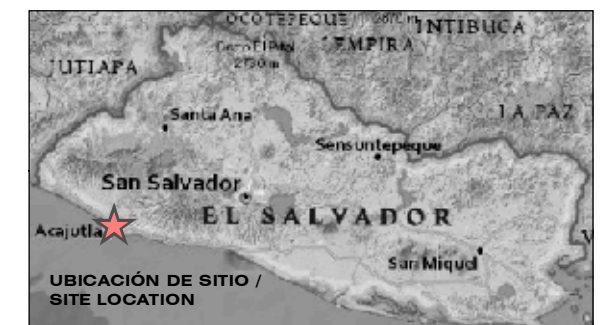
## ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

### ÁREAS MARINAS DE RESTRICCIÓN (CONSTRUCCIÓN) / MARINE RESTRICTION AREAS (CONSTRUCTION)

FIGURA 1.38 / FIGURE 1.38

-  SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
-  SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
-  CONSTRUCCIÓN DE ZONA DE MITIGACIÓN MARINA / CONSTRUCTION MARINE MITIGATION ZONE



FUENTE / REFERENCE  
 VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /  
 WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM  
 MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW  
 PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE: I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXD\Reporting - 20167-5 -  
 Construction Marine Mitigation Zone.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
 ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL  
 FECHA / DATE: 2/7/2018





## 1.6 Protocolo de Pruebas

Se mantiene el protocolo presentado en el EIA.

## 1.7 Cronograma del proyecto

La siguiente Tabla 1-26 muestra el cronograma de la instalación de la tubería propuesto para actividades clave.



## 1.8 Desmantelamiento

El proyecto operará bajo las regulaciones y requisitos especificados en el Acuerdo de Compra de Energía (PPA). El PPA para el proyecto tiene un plazo establecido de 20 años, sujeto a revisión y extensión. La infraestructura instalada tiene una vida física viable que se extenderá en las próximas décadas y permanecerá en funcionamiento hasta que se determine que el proyecto ya no será viable; Se estiman más de 50 años de vida con un mantenimiento adecuado.

Por lo tanto, la fase de desmantelamiento del proyecto se llevaría a cabo sobre la base de factores relacionados con la productividad actual y la sostenibilidad del proyecto como fuente de energía para el área. Dada la incertidumbre sobre el punto final final de las operaciones del proyecto, en el momento del cierre en el futuro, se realizará una evaluación para determinar las condiciones prevaecientes a fin de desarrollar un contexto de gestión ambiental y social detallado y específico para esta fase. Las opciones para la gestión final de los activos de infraestructura del proyecto incluirán, pero no se limitarán a:

- Conversión de las instalaciones y operaciones de la central eléctrica para satisfacer las necesidades de una estrategia energética futura;
- Venta de las instalaciones a un tercero;
- Demolición y remoción de toda la infraestructura del proyecto; o
- Desmantelamiento de instalaciones e infraestructura sin demolición.

## 1.9 Participación de los interesados

Desde la presentación del EIA al MARN, las actividades de participación de las partes interesadas han continuado, y los cambios propuestos ya han sido presentados a los principales grupos focales:

- Municipio de Acajutla
- Pescadores

No se plantearon cuestiones importantes durante las reuniones. El informe completo se presenta en el Apéndice 1B.



# Energía del Pacífico

**Proyecto: LNG to Power**

**Adenda de Modificatoria al EsIA**

**Identificación, Priorización, Predicción y  
Cuantificación de Impactos Ambientales**

**Potenciales, Incluidas las Eventuales Situaciones de  
Riesgo**





# Tabla de contenido Capitulo 2

<b>2.0</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN, PREDICCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES, INCLUIDAS LAS EVENTUALES SITUACIONES DE RIESGO.....</b>	<b>2-1</b>
2.1	ENFOQUE DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO .....	2-1
2.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y EVALUACIÓN.....	2-1
2.3	BENEFICIOS DEL PROYECTO .....	2-6
2.4	IMPACTOS A LAS CONDICIONES FÍSICAS Y CARACTERÍSTICAS.....	2-6
2.4.1	<i>Calidad de Aire</i> .....	2-7
2.4.1.1	Metodología.....	2-7
2.4.1.2	Etapa de Construcción .....	2-7
2.4.1.3	Etapa de Funcionamiento .....	2-7
2.4.2	<i>Emisiones de Gases de Efecto Invernadero e Impactos del Cambio Climático</i> .....	2-7
2.4.2.1	Metodología.....	2-7
2.4.2.2	Etapa de Construcción .....	2-8
2.4.2.3	Etapa de Funcionamiento .....	2-8
2.4.3	<i>Ruido y Vibración</i> .....	2-8
2.4.3.1	Metodología.....	2-8
2.4.3.2	Fase de Construcción .....	2-8
2.4.3.3	Fase de Operaciones .....	2-9
2.4.4	<i>Suelos</i> .....	2-9
2.4.5	<i>Aguas Superficiales</i> .....	2-9
2.4.5.1	Metodología.....	2-9
2.4.5.2	Fase de Construcción .....	2-9
2.4.5.3	Fase de Operaciones .....	2-10
2.4.6	<i>Aguas Subterráneas</i> .....	2-11
2.4.6.1	Metodología.....	2-11
2.4.6.2	Fase de Construcción .....	2-11
2.4.6.3	Fase de Operaciones .....	2-11
2.4.7	<i>Agua de Mar y Sedimentos Marinos</i> .....	2-11
2.4.7.1	Metodología.....	2-11
2.4.7.2	Fase de Construcción .....	2-12
2.4.7.3	Fase de Operaciones .....	2-15
2.4.8	<i>Dinámica Costera: Corrientes Marinas y Sedimentos</i> .....	2-18
2.4.8.1	Metodología.....	2-18
2.4.8.2	Fase de Construcción .....	2-18
2.4.8.3	Fase de Operaciones .....	2-18
2.5	IMPACTOS A LAS CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	2-18
2.5.1	<i>Flora y Fauna Terrestre</i> .....	2-19
2.5.2	<i>Flora y Fauna Marina</i> .....	2-19
2.5.2.1	Metodología.....	2-19
2.5.2.2	Etapa de Construcción .....	2-19
2.5.2.3	Etapa de Funcionamiento .....	2-22
2.5.3	<i>Vectores de Enfermedades</i> .....	2-23
2.6	IMPACTOS A LAS CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS Y CULTURALES .....	2-23
2.7	INSTALACIONES ASOCIADAS.....	2-24
2.8	EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	2-25
2.9	VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS .....	2-25
2.10	FASE DE CIERRE .....	2-25



## Listado de Tablas Capítulo 2

Tabla 2-1 – Actividades del Proyecto Usadas en la Matriz de Evaluación de Impactos .....	2-2
Tabla 2-2 – Matriz de Identificación de impactos: ⊗ Interacción potencial negativa resultante de actividades normales, ⊕ Interacción potencial positiva resultante de actividades normales, ∅ Interacción potencial como resultado de un accidente o condiciones anormales .....	2-3
Tabla 2-3 – Justificación para la Identificación de Potenciales Interacciones/Cuestiones Significativas ..	2-5
Tabla 2-4 - Comparación de las características de entrada / salida .....	2-16

## 2.0 Identificación, Priorización, Predicción y Cuantificación de Impactos Ambientales Potenciales, Incluidas las Eventuales Situaciones de Riesgo

### 2.1 Enfoque de la Evaluación de Impacto

A continuación se proporciona una descripción actualizada de los posibles impactos sociales y ambientales, para la versión revisada del diseño del proyecto (Enero del 2018), el cual fue previamente presentado como Capítulo 7 en el Estudio de Impacto Ambiental en Diciembre 2016.

El enfoque de la evaluación de efectos presentados en el 2016, para el resto del proyecto permanece sin cambios. Se hace referencia en el presente documento en los casos donde la descripción del impacto permanece sin cambios, por lo cual el lector debe remitirse al informe EsIA 2016.

Los cambios principales del diseño que tienen influencia en la evaluación de impactos son los siguientes; 1) El uso de un FSRU (Unidad de Regasificación de Almacenamiento Flotante) mantenida en posición con anclajes marinos (Sistema RCM), en oposición al concepto de recinto de terminal marino propuesto anteriormente (Ataguía Celular). 2) El uso de perforación en dirección horizontal (HDD) para instalar el tramo inicial de la tubería submarina en lugar de montarla sobre un caballete.

Otro de los cambios considerados es el rediseño de la subestación a ser ubicada en el sitio de la central térmica propuesta.

### 2.2 Identificación de Impactos y Evaluación

Según el enfoque anterior seguido por el EsIA, los posibles efectos del Proyecto (efectos potenciales) se han identificado utilizando la matriz de Leopold modificada. El enfoque consiste en una matriz con columnas que representan las diversas actividades del Proyecto, y las filas que representan los diversos factores medioambientales a considerar (ver Tabla 2-2).

Las actividades del Proyecto presentadas en la matriz, son tanto para la fase de construcción como la de funcionamiento que han cambiado como resultado del rediseño del Proyecto. (ver Tabla 2-1)

En la Tabla 2-2 se presentan todas las actividades, incluyendo aquellas en donde se han observado cambios como resultado del rediseño del proyecto.

Los posibles impactos identificados en la matriz de evaluación, y la justificación de cada una de ellas son presentadas en la Tabla 2-3, en donde se han revisado para que proyecten los cambios del rediseño. Únicamente los efectos potenciales del proyecto que han sido cambiados, debido a que los cambios del proyecto fueron presentados anteriormente.

<b>Tabla 2-1 – Actividades del Proyecto Usadas en la Matriz de Evaluación de Impactos</b>	
<b>Actividad de la Etapa/ Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>ETAPA DE CONTRUCCIÓN</b>	
Hincado de Pilotes (en tierra y mar)	Hincado de pilotes, para proporcionar soporte en el montaje del equipo de perforaciones HDD en tierra, así como para las fundaciones de la central térmica (resultados pendientes del estudio geotécnico).
Actividades generales de construcción en mar (off-shore)	Preparación de zanjas en lecho marino para la sección de la tubería (ubicada aproximadamente a 700m o más de la costa). Uso de HDD (perforaciones en dirección horizontal) para instalar la tubería GN bajo el fondo marino a través de una sección cercana a la costa, hasta 700m. La excavación del HDD será iniciada desde tierra.
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>	
Recepción de GNL	Se harán un máximo de 32 entregas de GNL en buques cisterna en el curso de un año, incluyendo la navegación de entrada y salida y amarre de los buques tanque, y la transferencia de GNL de buque / al Tanque de Almacenamiento de GNL de la FSRU. Nótese que el número proyectado a futuro de entregas para la operación de la Central Térmica son 8 buques por año. Para llegar a las 32 entregas, sería necesario contar con una demanda tal por parte de los usuarios, por lo tanto, esta es una proyección a largo plazo.
Presencia física de las instalaciones	La huella y la presencia de las instalaciones físicas incluyen: instalaciones marítimas de la FSRU, tuberías de GNL, Central Térmica, Cuarto de Máquinas, Subestación, y otras infraestructuras de apoyo, incluyendo caminos internos y estacionamiento.
Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	El GNL se almacenará en la FSRU. El GNL se re-gasificará en el FSRU y luego se transportará a la central térmica a través de una tubería.
Toma y Descarga de Agua de Mar para Regasificación	El agua de mar se requiere para calentar el GNL y convertirlo en GN (vaporización). Esta agua se descargará a una temperatura más fría que la temperatura ambiente, pero no excederá un delta de 5°C.
Toma y Descarga de Agua de Mar para Enfriamiento de Motores	También se tomará agua para enfriar los motores/caldera de la FSRU. Esta agua se descargará a una temperatura más cálida que la temperatura ambiente pero no excederá un delta de 5°C.

*Fuente: Equipo Consultor*

**Tabla 2-2 – Matriz de Identificación de impactos: ⊗ Interacción potencial negativa resultante de actividades normales, ⊕ Interacción potencial positiva resultante de actividades normales, ∅ Interacción potencial como resultado de un accidente o condiciones anormales**

Factores Ambientales		Elementos y actividades del proyecto																										
		Etapa de construcción											Etapa de operaciones															
		Tala y destronconado	Terracería	Hincado de Pilotes (en tierra y mar)	Instalación de Tubería de Gas Natural (HDD y zanjado)	Manejo de Remoción de Sedimento Marino y Preparación del Lecho Marino	Actividades de generales de construcción en tierra	Actividades de generales de construcción en mar	Tráfico relacionado a la construcción	Almacenamiento, manejo, uso y disposición de materiales, residuos y desechos peligrosos	Limpieza y pruebas a presión de tanques y tuberías	Manejo de la fuerza laboral durante la construcción	Compras y cadena de suministro	Seguridad de instalaciones	Recepción de GNL	Presencia física de las instalaciones	Actividades generales de operación	Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	Transferencia de GN Vía Tubería	Descarga de Agua del proceso de Regasificación	Generación de energía	Abastecimiento de agua	Almacenamiento, manejo, uso y disposición de materiales, y desechos peligrosos	Descarga de agua residual	Manejo de agua lluvia	Manejo de Fuerza Laboral durante la etapa de operaciones	Compras y cadena de suministros	Seguridad de la instalación
Calidad de aire	Calidad de aire ambiente	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗	⊗											⊗								
	Polvo molesto	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗	⊗																			
Emisiones de efecto invernadero y cambio climático							⊗	⊗	⊗								⊗			⊗								
Ruido	Ruido molesto	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗												⊗								
	Ruido de baja frecuencia																			⊗								
Suelos	Calidad de suelo (contaminación)									∅													∅					
	Calidad de suelo (física)		⊗				⊗																					
Agua superficial	Calidad		⊗	⊗	⊗	⊗				∅	⊗												∅	⊗	⊗			
	Cantidad		⊗				⊗								⊗								∅	⊗	⊗			
Agua subterránea	Calidad			⊗	⊗					∅	⊗					⊗					⊗	∅	⊗					
	Cantidad			⊗											⊗						⊗	∅	⊗					
Agua de mar	Calidad			⊗	⊗	⊗		⊗		∅					⊗		⊗		⊗			∅						
Dinámica costera	Corrientes marinas y transporte de sedimentos					⊗									⊗													
Áreas naturales protegidas	Terrestre																											
	Marina																											
Biota Terrestre	Flora	⊗			⊗					∅													∅					
	Fauna	⊗		⊗			⊗		⊗	∅					⊗	⊗						∅						
Biota Marina	Flora			⊗	⊗	⊗	⊗			∅				⊗	⊕				⊗			∅	⊗					
	Fauna			⊗	⊗	⊗		⊗		∅				⊗	⊕				⊗			∅	⊗					
Vectores de enfermedades		⊗	⊗				⊗								⊗	⊗								⊗				
Seguridad y protección		∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅			∅	∅		∅	∅	∅				∅			∅		∅



**Tabla 2-2 – Matriz de Identificación de impactos: ⊗ Interacción potencial negativa resultante de actividades normales, ⊕ Interacción potencial positiva resultante de actividades normales, ∅ Interacción potencial como resultado de un accidente o condiciones anormales**

Factores Ambientales		Elementos y actividades del proyecto																									
		Etapa de construcción												Etapa de operaciones													
		Tala y destronconado	Terracería	Hincado de Pilotes (en tierra y mar)	Instalación de Tubería de Gas Natural (HDD y zanjado)	Manejo de Remoción de Sedimento Marino y Preparación del Lecho Marino	Actividades de generales de construcción en tierra	Actividades de generales de construcción en mar	Tráfico relacionado a la construcción	Almacenamiento, manejo, uso y disposición de materiales, residuos y desechos peligrosos	Limpieza y pruebas a presión de tanques y tuberías	Manejo de la fuerza laboral durante la construcción	Compras y cadena de suministro	Seguridad de instalaciones	Recepción de GNL	Presencia física de las instalaciones	Actividades generales de operación	Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	Transferencia de GN Vía Tubería	Descarga de Agua del proceso de Regasificación	Generación de energía	Abastecimiento de agua	Almacenamiento, manejo, uso y disposición de materiales, y desechos peligrosos	Descarga de agua residual	Manejo de agua lluvia	Manejo de Fuerza Laboral durante la etapa de operaciones	Compras y cadena de suministros
de la comunidad																											
Demografía	Población																										⊕
	Características culturales																										
Vistas y paisaje															∅												
Salud comunitaria	Salud humana	⊗	⊗	⊗		⊗	∅	∅	∅	∅						∅	∅				⊗		∅	⊗		⊗	
	Infraestructura de salud																									⊗	
Recreación		⊗			⊗	⊗	⊗	⊗							∅				∅								
Reubicación o desalojo	Reubicación o desalojo de residencias o negocios /forma de vida																										
Uso del suelo	Uso del suelo actual				⊗																						
	Uso del suelo proyectado				⊗																						
Calles, tráfico y servicios públicos	Calles y tráfico									⊗						⊗											
	Servicios públicos (agua/agua residual, energía)		⊗		⊗		⊗	⊗								⊗											
Muelle artesanal y pesca comercial				⊗		⊗		⊗							⊗	⊗	⊗	⊗									
Puerto de Acajutla	Seguridad y operaciones en Puerto de Acajutla y muelle			⊗		⊗		⊗	⊗						⊗	⊗		⊗									
Economía	Empleo																									⊕	
	Actividad económica												⊕													⊕	
Recursos arqueológicos, culturales, ceremoniales e históricos		⊗	⊗	⊗		⊗																					
Salud y seguridad de trabajadores		∅	∅	∅		∅	∅	∅	∅	∅					∅		∅	∅									

Fuente: Equipo Consultor

Factores ambientales		Fundamentos para la identificación de problemas/interacciones significativas	
		Fase de construcción	Fase de operaciones
Aguas subterráneas	Cantidad	El agua subterránea se requerirá durante las actividades de perforación en dirección horizontal (HDD). El consumo de agua no excederá el máximo permitido de 4,5 litros de agua por segundo (período de más de 20 horas).	Operación de la planta de energía requerirá aproximadamente 4.5 litros de agua por segundo.
Dinámica costera	Corrientes marinas y transporte de sedimentos	Impacto mínimo y temporal de sedimentos de las actividades de HDD y excavación de zanjas.	No aplica: el buque flotante FSRU no afectará los patrones de transporte de sedimentos y corrientes marinas.
Biota Marina	Flora/Fauna	La posición del buque flotante FSRU requerirá iluminación y generará poco ruido, los cuales podrán tener un efecto temporal en los mamíferos marinos. Las actividades de HDD generarán disturbios en el transporte de sedimentos temporales (la iluminación diurna de las actividades de perforación, la liberación de fluido de perforación durante el empuje de la tubería, el riesgo de una fractura de salida y la excavación de zanjas). La fauna también puede ser afectada por la liberación involuntaria de material o desechos peligrosos, tráfico de embarcaciones o interrupción de las actividades generales cercanas al buque.	La biota marina puede verse afectada también por: descarga de agua caliente/fría, descarga de aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento de los buques, una liberación involuntaria de materiales o residuos peligrosos, el tráfico de buques que quieren acceder a la instalación. Adicionalmente la Iluminación de las instalaciones puede afectar al comportamiento de la vida marina, incluyendo las tortugas.
Pesca y muelle artesanal		Durante el posicionamiento del FSRU y la etapa final de la instalación de la tubería de GN, una zona de exclusión podría afectar la pesca y el desplazamiento a las zonas de pesca.	La presencia física de la FSRU flotante, asociada con el área de restricción, podría impactar las zonas de pesca locales, así como el desplazamiento hacia zonas de pesca.

**Tabla 2-3 – Justificación para la Identificación de Potenciales Interacciones/Cuestiones Significativas**

Factores ambientales		Fundamentos para la identificación de problemas/interacciones significativas	
		Fase de construcción	Fase de operaciones
El puerto de Acajutla	Muelle CEPA y las operaciones portuarias y seguridad	Actividades de construcción, incluyendo la instalación de la tubería y el posicionamiento del buque flotante FSRU van a introducir tráfico de barcos en la zona portuaria y nuevos peligros de navegación.	La presencia física del buque, y la necesidad de zonas restrictivas alrededor de las instalaciones, incluyendo los buques de GNL cuando se encuentren en la terminal, crea peligros de navegación para el tráfico entrando y saliendo del puerto.

*Fuente: Equipo Consultor*

Las secciones restantes de este capítulo discuten las interacciones identificadas en la matriz de evaluación por factor medioambiental.

### 2.3 Beneficios del Proyecto

El Proyecto transmitirá beneficios a nivel nacional, regional y local de la comunidad, así como fue previamente descrito en el EsIA de Diciembre 2016, dichos beneficios no se han modificado en gran medida, independientemente del rediseño del proyecto.

### 2.4 Impactos a Las Condiciones Físicas y Características

Según se identificaron en la Tabla 2-2, “Matriz de Evaluación de Impactos”, los factores ambientales físicos para los que los impactos han sido identificados y evaluados incluyen:

- Calidad del Aire;
- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático;
- Ruido y Vibraciones;
- Suelos;
- Agua Superficial;
- Agua Subterránea;
- Agua de Mar y Sedimentos Marinos; y,
- Dinámica Costeras.

## 2.4.1 Calidad de Aire

### 2.4.1.1 Metodología

El enfoque para la evaluación de los efectos en los cambios del proyecto sobre la calidad del aire fue el mismo que se siguió y se documentó en el EsIA 2016.

### 2.4.1.2 Etapa de Construcción

La construcción del proyecto podría tener un impacto a corto plazo sobre las condiciones de calidad del aire en el área de estudio. Los efectos potenciales de la calidad del aire, como fueron reportados en EsIA 2016, se espera que los resultados sean similares o menores a los reportados debido al rediseño del proyecto. Ya no será requerida una planta de concreto temporal para el proyecto, lo cual tiene como resultado una reducción de las emisiones de aire relacionadas a la construcción, hacia el medioambiente local. No se proponen cambios a las medidas de mitigación de emisión de aire para el período de construcción propuestas previamente.

### 2.4.1.3 Etapa de Funcionamiento

Durante la etapa operativa, los NO<sub>x</sub> y CO se emitirían desde la central térmica y los motores de la Unidad de Almacenamiento Flotante y Regasificación (FSRU), y del buque carguero que podría encontrarse atracado y descargando a la FSU. Las emisiones del rediseño de las instalaciones de la FSRU serán muy similares a las emisiones modeladas para las instalaciones en el mar propuestas anteriormente. La nueva instalación será ubicada en el mismo sitio al que fue anteriormente descrito.

La modelación realizada ha demostrado que las fuentes de emisiones en el mar del FSRU y LNGC, tienen una contribución poco significativa a las concentraciones totales de compuestos de calidad del aire en los receptores. Los impactos proyectados sobre la calidad del aire en el EsIA 2016 se consideran aplicables a las instalaciones propuestas actualmente.

## 2.4.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero e Impactos del Cambio Climático

### 2.4.2.1 Metodología

El enfoque para las emisiones generadas de gases de efecto invernadero (GEI), como fueron reportadas en el EsIA 2016, se mantienen sin cambios.

#### 2.4.2.2 Etapa de Construcción

La construcción del proyecto tendrá una emisión a corto plazo de gases de efecto invernadero. La contribución al cambio climático debería ser insignificante. En el EsIA 2016 fueron reportadas las bajas emisiones que se presentarán en la etapa de construcción.

#### 2.4.2.3 Etapa de Funcionamiento

Las operaciones del proyecto pueden generar emisiones de GEI por medio de las siguientes fuentes;

- Combustión de gas natural en la planta de energía;
- Fugas de SF<sub>6</sub> de los interruptores de alta tensión y la subestación.
- Operaciones de la Unidad de las FSRU/FSU; y,
- Fugas de GNL/Gas Natural, provenientes del sistema de manejo y almacenamiento.

El rediseño de la subestación da como resultado una mayor tasa de fuga de gas SF<sub>6</sub> de los interruptores de alta tensión, en una cantidad de 0.15 a 0.40 kt / año. Este es un cambio mínimo y no afecta las emisiones globales totales de GEI del proyecto, según lo proyectado en el EsIA 2016, en donde la cantidad era 1,741.59 CO<sub>2</sub>e kt / año.

### 2.4.3 Ruido y Vibración

#### 2.4.3.1 Metodología

El enfoque para la evaluación de ruido y vibraciones será el mismo que se utilizó para el EsIA 2016.

#### 2.4.3.2 Fase de Construcción

En la etapa de construcción los ruidos generados fueron reportados en el EsIA 2016, y no se espera que cambien debido al rediseño del proyecto. Debido a que ya no se propone la construcción de una terminal marina, el ruido será menor que el anteriormente descrito en el EsIA 2016.

El ruido proyectado con la construcción marina, estará relacionada con la gran operación del buque para colocar la FSRU en su lugar y la apertura de zanjas para la tubería. Además, en el rediseño ya no se requiere la planta temporal de concreto, por lo cual en tierra el ruido también será menor, aun que la operación de HDD será la nueva fuente de ruido temporal. La propuesta 2016 contemplaba un pilotaje distinto al proyectado en el rediseño, ya que anteriormente habría una plataforma estable para el equipo de perforaciones HDD y el impulsor para la misma (ubicado dentro del área de preparación de la construcción).

No se espera que el ruido relacionado a la construcción para los receptores sea significativamente distinto a lo proyectado en el EsIA 2016. De igual manera, se desarrollará e implementará un plan de mitigación de ruido de construcción que considerará todas las fuentes principales de ruido de construcción.

#### 2.4.3.3 Fase de Operaciones

La propuesta de la Unidad de almacenamiento flotante y regasificación (FSRU), estará ubicada en un sitio similar a la terminal marina proyectada inicialmente, desde donde habrá una cantidad menor de emisiones de ruido que las iniciales. Las fuentes de ruido asociadas al FSRU serán en los mismos niveles que previamente se habían descrito en el EsIA 2016, por lo cual los receptores que se encuentren en la costa, recibirán el mismo impacto de ruido previo.

#### 2.4.4 Suelos

No habrán cambios. Los efectos que tendrá en el suelo el rediseño del proyecto serán los mismos que se reportaron en el EsIA 2016. A excepción de la remoción de suelos para instalación de la subestación eléctrica que será mucho menor, pues el área de ocupación de la nueva subestación es menor que la subestación proyectada. Se proponen medidas de mitigación para manejo de los suelos.

#### 2.4.5 Aguas Superficiales

##### 2.4.5.1 Metodología

No hubo cambios de el enfoque para la evaluación de los impactos el agua superficial marina, como resultado del rediseño del proyecto, los impactos potenciales del agua por las actividades de HDD, incluyendo el uso del hicado de pilotes evaluados.

##### 2.4.5.2 Fase de Construcción

El uso de HDD para inslatar la tubería subterránea del lecho marino, tiene el pontencial de impacto para la calidad del agua que se encuentra tambien en la superficie durante la etapa de construcción.

Bentonita será utilizada y mezclada con el suelo del lecho marino para aumentar la viscosidad del fluido, creando un “lodo” a usar durante las perforaciones, la cual es necesaria para las operaciones de HDD.

La bentonita lubrica y enfria el equipo para las perforaciones y ayuda en la elimitación de la presencia de algas. Asimismo, la bentonita es una arcilla absorbente formada por filosilicatos de aluminio. La bentonita arcillosa es un compuesto quimico inerte, no corrosivo y no tóxico; Al ser liberado en un cuerpo de agua podría resultar en sedimentación y turbidez temporal, esto podría afectar la flora y fauna acuática y podría causar impactos visuales (por ejemplo, agua turbia). Por lo cual, durante las



operaciones HDD, el uso de la bentonita y la eliminación del fluido será manejado de una manera cuidadosa.

Las actividades de mitigación a ser implantadas durante el HDD serán las siguientes:

- La mezcla del fluido a utilizar será apropiado para ser usado en contacto con la vida marina;
- El almacenamiento del fluido durante las operaciones HDD, evitará que el fluido se disperse hacia los cursos de agua locales, por medio de control de sedimentos y otros métodos de retención;
- Se realizarán cortes de perforación (suelo extraído) para tomar muestras y analizar si pudiese haber presencia de contaminantes antes de su eliminación dentro o fuera del terreno;
- Se va a desarrollar y seguir un procedimiento de contención y plan de contingencia en caso se presente o se sospeche una liberación accidental de fluidos de perforación, a la superficie del suelo o un cuerpo de agua;
- El contratista controlará el volumen, la presión y los parámetros del fluido de perforación para detectar cualquier pérdida durante las operaciones HDD. La tasa de bombeo del fluido de perforación y la tasa de retorno del fluido de perforación a la superficie serán monitoreados constantemente.
- En caso de una liberación de líquido, el contratista se referirá a la *Liberación Inapropiada de Contención de Fluidos de Perforación y Plan de Contingencia*, detendrá temporalmente las operaciones de perforación y notificará al Jefe de Obra y al Gerente de Medio Ambiente inmediatamente; y
- Se mantendrán camiones de hydrovac en el sitio durante las operaciones de perforación, para recolectar cualquier derrame accidental de fluido de perforación, mediante uso de agua y aspirado.

Considerando que las corrientes de agua natural se encuentran lejanas del sitio de operaciones HDD y con las actividades de mitigación que se mencionaron anteriormente en aplicación, no se espera que hayan efectos en las aguas superficiales o en el agua de mar. Los efectos potenciales en el medioambiente marino como resultado de las operaciones HDD se presentan en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

#### 2.4.5.3 Fase de Operaciones

No habrán cambios en la evaluación de efectos para el agua superficial durante la fase de funcionamiento de cómo se reportó en el EsIA 2016, exepctuando por la reducción del área a impermeabilizar.

Cabe mencionar que habrá una reducción significativa del área a impermeabilizar, debido a que la huella de la subestación será menor a la originalmente proyectada. El tamaño de la laguna de retención de agua lluvia se mantendrá con las dimensiones previamente reportadas en el EsIA 2016. Los parámetros para el diseño de la laguna de retención serán revisados durante el diseño detallado por lo que existe la posibilidad de que las dimensiones cambien, sin embargo, se observará un impacto cero en el flujo de aguas lluvia posterior a la construcción basado en la tormenta de 100 años. Se propone únicamente un (1) estanque de retención para impacto hidrológico "0" para el terreno de la planta.

## 2.4.6 Aguas Subterráneas

### 2.4.6.1 Metodología

Los impactos para las aguas subterráneas fueron evaluados de la misma manera como se indicó en el EsIA 2016. Debido a la necesidad del agua subterránea durante las operaciones HDD para la instalación de la tubería, se evaluó el potencial del impacto en la cantidad del agua.

### 2.4.6.2 Fase de Construcción

El agua subterránea será requerida durante la fase de construcción. Las actividades en específico que requieren en mayor cantidad serán las operaciones HDD (componente demandado para el fluido de la perforación). La cantidad de agua requerida durante dicha actividad no excederá lo permitido que es un drenaje de 20 horas por día de 4.5 m/s. No se espera que la cantidad de agua subterránea cause interferencia con los pozos existentes o que represente un riesgo de intrusión en el recurso de agua subterránea.

### 2.4.6.3 Fase de Operaciones

No habrá cambios en la fase de operaciones para los efectos potenciales durante dicha fase, se mantendrán como previamente fueron reportados en el EsIA 2016.

## 2.4.7 Agua de Mar y Sedimentos Marinos

### 2.4.7.1 Metodología

Durante el periodo de construcción, el rediseño del proyecto si modificara en los impactos potenciales en el agua de mar y sedimentos marinos, en comparación con las condiciones previas. Los principales posibles impactos evaluados son el cambio en el volumen de sedimentación, la posibilidad de perturbación de los sedimentos del lecho marino en la maquinaria HDD, la liberación de fluido de perforación y el empuje de la tubería y la posibilidad de una liberación inadvertida ("frac-out"). Un 'frac-out' es el retorno involuntario de fluidos de perforación a la superficie durante la HDD. Se puede

producir una fractura cuando la presión del fluido de perforación supera la presión de sobrecarga o el fluido encuentra una vía de filtración preferencial (como líneas de falla y fracturas en el suelo).

#### 2.4.7.2 Fase de Construcción

##### **Sedimentos Suspendidos y Turbidez del Agua**

El aumento en la turbidez es posible durante las actividades de construcción marina a los alrededores del proyecto. Los huevos, las criaturas sésiles (por ejemplo, los corales, los invertebrados bénticos) y los peces jóvenes, pueden estar sujetos a la suspensión de sedimentos debido a su falta de movilidad. Los organismos filtradores pueden verse particularmente afectados debido al deterioro del filtrado, lo que lleva a una reducción en la capacidad de forrajeo y supervivencia. La suspensión y la re-suspensión de sedimentos reduce la visibilidad de los depredadores que dependen de señales visuales para la caza. Los corales son particularmente sensibles a los impactos de sedimentación debido a la probabilidad de sofocación, entierro y sombreado.

El buque flotante FSRU se ubicará aproximadamente a 1.4km al oeste de la costa de Acajutla, posicionado a una profundidad de agua de aproximadamente 16-17m bajo bajamar promedio en marea viva. La configuración de los anclajes para mantener el FSRU flotante en su lugar, podría causar una pequeña perturbación de sedimentos. El efecto de esto se considera insignificante en función de la pequeña huella y la profundidad de la incrustación.

La tubería se extenderá desde el buque flotante FSRU a travez/debajo del mar, para conectarse con la Planta de Energía Térmica ubicada en tierra. Se usará una combinación de HDD y zanqueo de fondo marino para instalar la tubería. Se usará el HDD para instalar la tubería desde la orilla hasta una ubicación aproximadamente a 700m de la costa. El uso de HDD minimizará los impactos del lecho marino cerca de la costa/zona intermareal, que se considera el área de hábitat marino más sensible/valorado. La longitud final de la tubería hacia el FSRU se instalará a través de zanqueo tal como se describe en la descripción del proyecto.

En el informe EsIA 2016 se describen los resultados del modelado de dispersión de sedimentos, bajo el supuesto de que la longitud total de la tubería se instalaría mediante zanqueo.

En el diseño del proyecto actual, el uso de zanjas es menor, ya que no se utilizarán por aproximadamente 700m de distancia de la ruta de la tubería. Durante la excavación de zanjas, el sedimento se colocará al costado de la zanja. El sedimento no se eliminará ni desechará en otra ubicación como se propuso anteriormente.

Del análisis anterior en el EIA de 2016, el principal contribuyente a los sedimentos suspendidos y turbulencia del agua era la eliminación del material de la huella del concepto de ataguía. Este proceso ya no se incluye como parte del rediseño del proyecto. La liberación de sedimentos en la corriente de agua, por la excavación de zanjas de tuberías y eliminación de estos materiales, se ha reducido significativamente debido a la distancia de la zanja reducida (debido a la HDD).

Además, el material desplazado de la zanja no se eliminará de la ubicación de la excavación. Esto da como resultado la minimización de la suspensión de los sedimentos a través de la corriente de agua y luego la reintroducción de una columna de sedimentos en un sitio de eliminación. A partir del modelo numérico de transporte de sedimentos, se predice que la trayectoria de la pluma y la carga total de sedimentos en suspensión será significativamente menor que el concepto anterior. La modelización suponía que se desplazarían 41,600 m<sup>3</sup> de sedimento. En el rediseño, la cantidad de sedimento desplazado para 700m de zanjas de tuberías se ha estimado en aproximadamente la mitad.

En adición a la apertura de zanjas en el fondo del mar, se liberará una pequeña cantidad de sedimento cuando el taladro / cabezal de corte del HDD atraviese el lecho marino y cuando la tubería se empuje a través del orificio. También existe la posibilidad de que ocurra un derrame por fractura accidental involuntario o “frac-out”. La ubicación más probable para un “frac-out” es cerca del final de la longitud del hueco de perforación debido a la cantidad reducida de tierra entre la perforación y lecho marino, que lleva a la cabeza del taladro a poder abrir el suelo a través del fondo del mar.

Se espera que la dispersión y la trayectoria del fluido de perforación (suspensión de arcilla de bentonita/cortes de perforación de formación natural) se comporten de manera similar al limo de grano fino modelado numéricamente como se documentó en el EsIA 2016. El fluido de perforación HDD es una concentración alta de partes de millón de bentonita, que es una arcilla inorgánica de grano fino. Se estima que el volumen máximo creíble de la suspensión de un frac-out o evento de liberación durante la finalización de la tubería es de 1,000 m<sup>3</sup>. Con una supuesta relación de 5% de arcilla a agua (basada en información de proveedores de EE. UU. de material de bentonita), equivale a 50m<sup>3</sup> de liberación de bentonita. Con el fin de estimar la dispersión y la trayectoria, se realizó una comparación con el modelo numérico de transporte de sedimentos, como se indicó anteriormente.

La concentración total de sedimentos suspendidos (TSS), la dispersión, la sedimentación y la trayectoria de arcillas, sedimentos o sedimentos de grano fino se verán afectados por las condiciones ambientales (olas, corrientes), por el volumen total introducido en el océano y por la velocidad (volumen por tiempo) de material lanzado. Las condiciones ambientales son las mismas que las de la tubería modelada previamente, dado que la ubicación del ducto sigue siendo esencialmente la misma. Por lo tanto, se

concluyó que cualquier liberación de fluido de perforación desde la salida de la cabeza de perforación, durante el empuje de la tubería o un evento de salida de fractura estaría sujeto a corrientes de marea y acción de onda en la superficie. Las corrientes de marea no son fuertes en esta área, particularmente cerca de dicho nivel. La direccionalidad sigue los contornos de los fondos marinos, que son paralelos a la costa. Por lo tanto, se predice que la trayectoria de cualquier suspensión de bentonita liberada será hacia el noreste y hacia el suroeste con el cambio en la dirección de la corriente de la marea (a marea meguante). Los datos actuales medidos sugieren que la corriente es más fuerte en el noreste.

Se espera que debido al tamaño de la partícula de la arcilla (mas pequeña), permanezca en suspensión durante más tiempo que el limo modelado. Sin embargo, el volumen de material que podría liberarse es significativamente menor al anterior (alrededor de 1/3,500 en comparación con el volumen de eliminación). Aunque el TSS del liquido de perforación será alto, cuando se difunda en el océano a alta presión, se espera que se disperse inmediatamente. En la ubicación más profunda cerca del amarre extendido, es probable que un pequeño volumen liberado en el lecho marino en +17m de agua sea apenas perceptible en la superficie considerando las condiciones meteorológicas expuestas. Cerca de la costa en la zona de rompimiento, la agitación de las olas rompientes dispersará rápidamente un lanzamiento de este tamaño.

Para gestionar un posible evento de frac-out de HDD, se revisaron las opciones de mitigación teniendo en cuenta la profundidad del agua, las condiciones de oleaje y la naturaleza de un evento de salida de fractura. En áreas protegidas tranquilas, una opción es una cortina de turbidez. Otro método es una celda de gravedad, la cual consiste en una estructura circular o en forma de caja que se coloca sobre la ubicación de salida de fractura. Como se describió en el EsIA 2016, se determinó que el uso de una cortina de turbidez no es una herramienta de mitigación práctica o efectiva para controlar los efectos de sedimentación dadas las condiciones de la superficie del área de estudio. El despliegue de una cortina de este tipo puede causar un peligro de navegación o empeorar los impactos de la liberación. De manera similar, el uso de una celda de gravedad también se consideró problemático para implementar las condiciones actuales de oleaje en el área de estudio y que tendría una efectividad cuestionable. Debido a las condiciones del suelo volcánico del lecho marino, la liberación de bentonita podría ser en múltiples lugares, lo que hace difícil, si no imposible, contener la liberación con una celda de gravedad.

Teniendo en cuenta los desafíos mencionados anteriormente del área del proyecto, se determinó que el método preferido para mitigar el riesgo de un evento de salida de fractura sería que el perforador HDD supervisara cuidadosamente las presiones anulares de fondo de pozo mediante instrumentos ubicados al final de la maquinaria durante perforación. Esto permitirá que el perforador detecte subidas repentinas de presión o caídas dentro del pozo, lo que puede indicar la existencia de un escape de fluido

de perforación. Además, el perforador monitoreará de cerca los retornos del fluido de perforación (el fluido de perforación regresa por el pozo al equipo de perforación) y el volumen del fluido de perforación dentro del sistema de reciclaje. Si el perforador detecta una pérdida de fluido de perforación mediante presión o monitoreo de fluido (pérdida de más del 25% de retorno o volumen del sistema de reciclaje), las operaciones de perforación se detienen y el lechada de cemento se bombeará a través de las barras de perforación hacia el pozo. Una vez que el la lechada se haya solidificado, las actividades de perforación se retoman.

Además, antes de la construcción, se llevará a cabo un estudio para evaluar el potencial de eventos de exclusión, incluida la probabilidad de estos eventos, las ubicaciones probables a lo largo de la ruta que pueden ocurrir fracturas y la magnitud de la liberación de la suspensión de bentonita. Esta información se usará para confirmar las medidas de gestión de mitigación que se implementarán para gestionar dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, los posibles efectos de sedimentación y turbidez en el entorno marino a partir de las operaciones de HDD se consideran temporales, localizados y no significativos.

#### 2.4.7.3 Fase de Operaciones

Durante las operaciones del FSRU, y recepción de GNL a través de los buques tanqueros, se tiene el potencial de impactar la calidad del agua de mar y los sedimentos. Se espera que los impactos potenciales al agua de mar y los sedimentos marinos durante las operaciones del sitio sean mínimos, principalmente limitados a derrames potenciales (combustibles, etc.) y a la descarga potencial de aguas residuales y aguas procesadas de la FSRU y de los buques tanqueros visitantes.

El potencial de estos efectos como se describió previamente en el EsIA 2016 permanece sin cambios.

#### **Descarga de Agua Caliente y Fría**

El proyecto requerirá las siguientes descargas de agua fría y caliente:

- Se descargará agua caliente desde la caldera de la FSRU y del enfriamiento del motor de la FSRU.
- Se descargará agua fría del vaporizador de la FSRU (para convertir el GNL en GN).

Anteriormente, se realizó un análisis de dispersión de la pluma térmica para estudiar las puntas de descarga en relación con las condiciones meteorológicas oceánicas en el sitio del proyecto y sus alrededores. Los resultados de este análisis se documentaron en el Informe EsIA 2016. Desde la



finalización del estudio de la pluma térmica, el concepto de terminal ha cambiado y se realizó una evaluación para analizar la aplicabilidad de los resultados anteriores al sistema actual.

El sistema de amarre restringido de catenaria (RCM) ahora propuesto para la FSRU flotante se encuentra aproximadamente en la misma ubicación que el concepto de ataguía analizada previamente, en 16-17m de agua. El concepto modelado anterior abarcaba una FSRU de tipo barcaza encerrada en una ataguía con una FSU permanentemente amarrada a su costado. El concepto RCM es un solo barco FSRU ( de GNL convertido) en un amarre extendido. La Tabla 2-4 detalla las características de la FSRU, en comparación con las características del concepto modelado anterior para el recinto marino propuesto formalmente.

**Tabla 2-4 - Comparación de las características de entrada / salida**

Concepto RCM			Concepto Anterior		
Entrada 1 de FSRU (parte delantera del lado del puerto)	Salida de FSRU 1 (parte delantera de estribor)	10,000 m <sup>3</sup> /hora -5°	Entrada de FSU 1 y 2 (a popa y lado de babor en popa)	Salida de FSU 3 (lado de estribor en popa)	10,000 m <sup>3</sup> /hora +5°
Entrada 2 de FSRU (lado de babor en popa)	Salida 2 de FSRU (lado de estribor en popa)	1,200 m <sup>3</sup> /hora +5°	Entrada de FSRU 1 y 2 (a popa y lado de babor en popa)	Salida 3 de FSRU (lado de estribor en popa)	1,200 m <sup>3</sup> /hora +5°
-	-	-	Ingreso de FSRU 4 y 5 (parte delantera de babor y estribor)	FSRU Outfall 6 (arco)	10,000 m <sup>3</sup> /hora -5°

Fuente: Equipo Consultor

Comparativamente, los índices de flujo y los diferenciales de temperatura modelados del ambiente son los mismos para el concepto de RCM y el concepto modelado previamente como se documentó en el EsIA 2016. La pluma de agua enfriada se modeló como descargada fuera de la ataguía. La pluma de agua calentada de la FSU previamente modelada ya no está presente en el concepto de RCM. La pluma de agua calentada será menor en comparación con el concepto modelado anteriormente, ya que la FSU ya no está presente en el concepto de RCM.

Las corrientes promediadas de profundidad modeladas previamente serían las mismas. Las corrientes durante el reflujó generalmente son menores a 0.15 m/s y durante la marea de inundación se pueden alcanzar velocidades de hasta 0.25 m/s. Se observaron remolinos en el modelo hidrodinámico que se forma alrededor de las esquinas de la ataguía. Esto no ocurriría en el concepto de RCM. Se especula que

las corrientes seguirían la marea de inundación o reflujo y no serían afectadas por la embarcación amarrada.

Lo siguiente se observa en el modelado anterior:

- Las condiciones ambientales que impulsan la dispersión de la pluma térmica serán las mismas que se habían supuesto anteriormente, sin embargo;
  - Sin la ataguía, los remolinos que se formaron alrededor de la estructura sólida no estarán presentes, por lo tanto, las corrientes que impactan en la forma de la pluma serán diferentes;
  - La trayectoria de la pluma de agua enfriada fue influenciada por la ataguía. Por lo tanto, la forma / trayectoria de la pluma no será la misma.
- La forma y trayectoria de la pluma de agua calentada es probable que sea similar a la pluma FSU modelada previamente. A pesar de que;
  - El volumen de la columna de agua del calentador en el concepto de RCM es significativamente menor que el simulado previamente (1.200 m<sup>3</sup> / h comparado con 10.000 m<sup>3</sup> / h modelado); y
  - El tamaño y la extensión de la pluma se basarán menos en la velocidad de flujo más pequeño.
- El perfil vertical de la pluma enfriada es probable que sea similar al modelado anterior;
- Es probable que el perfil vertical de la pluma calentada sea similar al modelado anterior (particularmente desde la FSRU ya que será el mismo volumen);
- Es poco probable que haya una mezcla significativa de las descargas del emisario con el consumo de agua, a un nivel que impacte el proceso (según la ubicación de las entradas / salidas) y el análisis de sensibilidad realizado para el modelado del concepto anterior.

Sobre la base de la comparación de los dos conceptos, a continuación se proporciona un comentario sobre los efectos descritos anteriormente de las descargas de agua:

- La pluma de agua tibia (de la caldera del emisor de enfriamiento del motor FSRU) impactaría las capas superficiales de las aguas circundantes hasta una profundidad de 2 m;
- La pluma de agua fría (del vaporizador FSRU) impactó principalmente las capas inferiores de las aguas circundantes a 2 a 3 m de la cama;
- La temperatura de la pluma de agua caliente se redujo a menos de 0.5°C del ambiente dentro de los 70 m desde la FSRU. Se especula que esta distancia es similar para el concepto de RCM ya que la tasa de flujo y la diferencia de temperatura son las mismas.

- La temperatura de la pluma de agua fría aumentó a menos de 0.5°C desde el ambiente dentro de los 250 m desde la FSRU. Se especula que esta distancia es similar para el concepto de RCM ya que la tasa de flujo y la diferencia de temperatura son las mismas.
- El aumento en las temperaturas del agua en las tomas, como resultado de la mezcla de los desagües, no será más de 0.25°C en relación con la temperatura ambiente.
- La distancia de la pluma puede estar relacionada con la velocidad de flujo (en función de la ejecución de escenarios limitados). La dispersión a menos de 0,5°C de la temperatura ambiente se produce a una distancia mayor del emisario a medida que aumenta la velocidad de flujo.
- El aumento de la velocidad de flujo no afecta en gran medida la profundidad o la ubicación de la pluma de temperatura en la columna de agua, para descargas cálidas o frías, según los escenarios limitados modelados.

No se esperan efectos muy diferentes a los anteriormente modelados.

## 2.4.8 Dinámica Costera: Corrientes Marinas y Sedimentos

### 2.4.8.1 Metodología

No hay cambios en la forma en que se evaluaron los impactos en la dinámica costera. Los cambios en las interacciones del proyecto consideradas incluyen el reemplazo de la terminal marítima con la embarcación FSRU flotante.

### 2.4.8.2 Fase de Construcción

Se espera que el posicionamiento de la embarcación FSRU flotante no tenga impacto en las corrientes marinas y los procesos costeros del área de estudio.

### 2.4.8.3 Fase de Operaciones

Se espera que el buque FSRU flotante y el sistema de anclajes de mar utilizados para mantenerlo en posición no tengan ningún impacto en las corrientes marinas y los procesos costeros en el área de estudio.

## 2.5 Impactos a las Condiciones y Características Biológicas

Como se identificó en la Matriz de evaluación de impacto, Tabla 2-2 y Sección 2.2, los factores ambientales biológicos para una posible interacción o problema importante que se han identificado son:

- biota terrestre;

- biota marina; y
- Vectores de enfermedades.

### 2.5.1 Flora y Fauna Terrestre

Los cambios en el diseño del proyecto propuesto no darán lugar a ningún cambio en los efectos potenciales previamente descritos sobre la flora y fauna terrestre en el documento ESIA 2016.

### 2.5.2 Flora y Fauna Marina

#### 2.5.2.1 Metodología

En comparación con las interacciones identificadas en el EsIA 2016, el cambio principal del rediseño del proyecto incluye un potencial reducido para los efectos de la dispersión de sedimentos en lecho marino ya que ya no se requiere la preparación de los fondos marinos para el recinto de terminal marino propuesto previamente. Además, se requerirá menos longitud de zanjas en el lecho marino para la tubería NG. El HDD se usará para instalar la tubería cerca de la costa. El enfoque para evaluar los impactos sobre la flora y la fauna marinas no ha cambiado.

#### 2.5.2.2 Etapa de Construcción

##### **Pérdida de Hábitats**

Con el uso de una combinación de HDD / zanjeo para la instalación de tuberías y el uso de una FSRU flotante en lugar del recinto de terminales marítimos, los efectos de la pérdida del hábitat marino se reducen considerablemente con el diseño del proyecto revisado.

El corredor de tubería ubicado en el mar, presenta diferentes hábitats marinos; cerca de la playa hay áreas rocosas con especies sensibles como "pepinos de mar" (*Filo echinodermata*) y langostas. Las langostas son cosechadas por los pescadores locales. El resto del corredor es una combinación de limo, arcilla y arena, sin presencia sensible o especies únicas. No se identificaron corales blandos a lo largo de la ruta del ducto. El uso de HDD para instalar la tubería en la zona costera cercana reducirá grandemente los impactos directos del hábitat marino. Cuando se produzca la excavación de lecho marino (aproximadamente a 700m del PLEM), el mismo está compuesto de arena / limo, por lo que no se considera un hábitat significativo o sensible. Como tal, la pérdida directa del hábitat será mínima. Una vez que se instala la tubería y se rellena la zanja, las condiciones del lecho marino volverán a estar iguales o muy cercanas de las condiciones previas a la construcción.

La construcción del ducto que utiliza HDD podría alterar un área pequeña de hábitat desde la "salida" de la cabeza de perforación en el lecho marino, la liberación de fluidos durante la instalación de la tubería y

los posibles eventos "frac-out". Aunque la cantidad de eliminación de hábitat de esto sería muy mínima (unos pocos metros cúbicos). También habría una pequeña área del lecho marino donde el PLEM (colector de tuberías) se ubicaría en el lecho marino. Esta es un área relativamente pequeña de aproximadamente 100m<sup>2</sup>. De manera similar, los anclajes de mar requeridos para mantener la FSRU flotante en posición podrían desplazar algún hábitat. Como los anclajes PLEM y de mar estarán ubicados en un área de arena con limo, el hábitat marino en esta área no se considera de gran valor. En general, los impactos de la pérdida de hábitat marino desde el proyecto se consideran mínimos y no significativos.

### **Ruido/Vibración**

Se espera que los efectos de ruido y vibración relacionados con la construcción en el mar sean menores a los reportados previamente en el informe EsIA 2016. Algún ruido estaría asociado con el uso de buques para posicionar la FSRU flotante. Este ruido sería significativamente menor que el asociado con la construcción del recinto de terminal marino propuesto previamente. El ruido de los buques no sería diferente de las actividades relacionadas con el puerto CEPA. Si se determina que el caballete de construcción no es necesario, entonces el ruido asociado con el pilotaje marino tampoco ocurriría. Como tal, los efectos de ruido relacionados con la construcción a la vida marina se consideran mínimos.

### **Sedimentos Suspendidos**

La suspensión o re-suspensión de sedimentos es posible desde la apertura de zanja de tuberías y cuando la cabeza de perforación del HDD se "sale en el lecho", durante un posible "frac-out" y la liberación del fluido de perforación durante la instalación de la tubería. El potencial de suspensión o re-suspensión de sedimentos en el ambiente marino a partir de estos eventos es significativamente menor que bajo las actividades de construcción propuestas anteriormente, incluida la excavación de zanja en toda la longitud de la tubería y la construcción de la terminal marítima. El potencial de dispersión de sedimentos de las actividades de HDD ha sido descrito previamente.

Los efectos del hábitat / especies marinas de la liberación de sedimentos en suspensión se describieron previamente en el informe EsIA 2016. Con la longitud reducida de zanjeo (aproximadamente la mitad o menos de lo que se suponía anteriormente) y que ya no requiere la eliminación de sedimentos para la construcción de la terminal marítima, los efectos relacionados con la vida marina serán sustancialmente menores que los reportados previamente. Así como la eliminación de sedimentos estará lejos de la costa, que se considera que es el área de hábitats más sensibles. Como se describió anteriormente en el informe EsIA 2016:

- La suspensión o resuspensión de sedimentos reduce la visibilidad de los depredadores que dependen de señales visuales para la caza. Los peces que se alimentan con filtro pueden verse particularmente afectados debido a la alteración del filtrado, lo que lleva a una reducción de la capacidad de búsqueda de alimento y a la supervivencia. Hay una zona de ostras al norte de la ruta de la tubería, cerca de la costa, que no se verá afectada por los sedimentos suspendidos, de acuerdo con la pluma modelada.
- Los peces y mamíferos que visitan el área no se verán afectados, ya que pueden moverse dentro del área y el efecto temporal de suspensión / resuspensión de sedimentos durante la construcción. Además, durante la temporada de lluvias, hay una mayor concentración de sedimentos en el área, principalmente alrededor del punto de los ríos de descarga de agua, como el Sensunapan. Los niveles encontrados en la línea base de referencia son alrededor de 180 a 300mg/l.
- Los corales son especialmente sensibles a los impactos de la sedimentación, debido a la probabilidad de asfixia, entierro y sombras. Hay áreas de coral blando ubicadas al sur de la tubería, más cerca del muelle de CEPA existente y de la costa. Debido a las corrientes que se mueven hacia el norte y usan las medidas que se enumeran a continuación, se espera que los impactos en los corales cercanos sean mínimos. A partir de la modelización numérica anterior, se pronosticó que la deposición máxima de sedimentos sería inferior a 7,5 cm. Este valor se calculó en el área con especies sensibles, teniendo en cuenta las corrientes y las olas, y para un mayor volumen de sedimentos resuspendidos (es decir, excavación de zanjas en toda la longitud de la tubería).

Con respecto a las actividades de HDD, se observó que el volumen máximo de fluido de perforación / lodo que se liberaría en el improbable caso de una fracción de salida es significativamente menor que las actividades de construcción modeladas anteriormente (1 / 3,500). Aunque el TSS de la lechada será alto, cuando se difunda en el océano a alta presión, se espera que se disperse inmediatamente. En la ubicación más profunda, cerca del amarre extendido, es probable que un volumen muy pequeño liberado en el lecho marino en +17m de agua sea apenas perceptible en la superficie. Cerca de la costa en la zona de rompimiento, la agitación de las olas rompientes dispersará rápidamente un derrame de este tamaño. Teniendo en cuenta esta evaluación, los efectos en el entorno marino serían, en consecuencia, menores que los informados previamente en el informe ESIA 2016 y, en general, se consideran mínimos.

Las medidas de mitigación para minimizar la dispersión de sedimentos a partir de un evento de separación de fractura se describieron previamente en la Sección 2.4.5.2. Otras medidas de mitigación, como se propuso anteriormente y que aún son aplicables incluyen:



- Un Supervisor Ambiental calificado observará los trabajos para determinar la necesidad de mitigación y confirmará que la medida aplicada funciona como se espera; y
- Los sedimentos en la columna de agua serán monitoreados en lugares seleccionados, incluidos los hábitats sensibles. La actividad de construcción se latrará temporalmente si se exceden los criterios de turbidez.

### **Actividades Generales de Construcción en el Mar**

Como se informó anteriormente en el EsIA 2016, hay potencial para otros efectos construidos relacionados, como la iluminación. Se requerirá menos iluminación en la construcción para el posicionamiento de la FSRU que la requerida previamente para la construcción del recinto de la terminal marítima. No se justifica ninguna mitigación adicional más allá de lo informado anteriormente.

### **Actividades Generales de Construcción (En Tierra), Sedimentación**

Como se informó anteriormente, el área temporal de construcción que se ubicará a lo largo de la línea costera en tierras de CEPA tiene el potencial de resultar en efectos de liberación de sedimentos en el ambiente marino. La necesidad acceder al caballete de construcción temporal tenía el mayor potencial para los efectos relacionados con los sedimentos, sin embargo, las nuevas instalaciones FSRU flotantes y las metodologías de construcción de ductos no requieren este soporte. Esto reduce el potencial de efectos de sedimentación en tierra a marinos.

### **Almacenamiento, manipulación, uso y eliminación de materias primas peligrosas y desechos peligrosos**

Existe la posibilidad de que la exposición de la flora y la fauna marinas a materiales peligrosos liberados al medio ambiente pueda ocasionar la muerte progresiva de la flora y el envenenamiento de la fauna marina. Los planes de manejo para el manejo, almacenamiento y uso de materiales peligrosos, así como para responder rápidamente a una liberación accidental (como se describe en la Sección 2.4.7.2) limitarán la posibilidad de exposición a eventos menores a corto plazo. se espera envenenamiento por flora o fauna marina como resultado de este proyecto.

#### 2.5.2.3 Etapa de Funcionamiento

### **Recepción de GNL, Presencia Física, y Actividades de Operación en General - Toma de agua de mar para la regasificación**

Como fue descrito en el EsIA 2016, el agua de mar para el proceso de regasificación de GNL (para calentar el GNL para convertirlo en GN) y para el sistema del motor (calderas). Habrá varias (3-4) ubicaciones de entrada de agua a lo largo de los lados de la FSRU flotante. Se usarán dos aberturas de

diferentes tamaños. Las dimensiones serán de aproximadamente 1.7m x 0.65m y 1.4m x 0.45 m ubicadas entre 4 y 9 m por debajo de la superficie (variación debido a las diferentes ubicaciones de las entradas y si el barco está cargado o en lastre). Las aberturas estarán cubiertas por una rejilla de campo con un espaciado de 21 mm.

Un "cofre de mar" se ubicará detrás de las aberturas / rejillas dentro del casco del buque. Cada baúl marino tendrá unas dimensiones aproximadas de 3m x 4m (12 m<sup>2</sup>). Conectado al cofre marino habrá una tubería de admisión que extraerá agua del mismo para ser utilizado en el proceso de regasificación. Una segunda pantalla (filtro de la bomba) se ubicará en la tubería para sacar el agua.

Como se describió anteriormente, las especies que deben mantenerse fuera del "baúl marino" son las tortugas carey adultas y juveniles que frecuentan el área del proyecto. Si bien existe un área de anidación de tortugas carey al sur del área del proyecto, no se esperan tortugas recién nacidas / muy jóvenes en el área. El tamaño típico de las tortugas carey es de 20 cm para los juveniles y de 40 cm + para los adultos. El tamaño de rejilla propuesto de 21 mm evitará que las tortugas entren al "baúl marino".

El agua de mar se extraerá cuando se produzca el proceso de regasificación. Se requerirá un drenaje constante de 10,000 m<sup>3</sup>/h para la planta de regasificación. Además, se prevé un caudal variable de 1.200 m<sup>3</sup>/h para alimentar la sala de máquinas. La velocidad de entrada de agua del cofre marino no excederá de 1 m/seg. Los consultores de diseño de las instalaciones han informado que, según su conocimiento, no existen normas que establezcan requisitos técnicos específicos para el cajón del sistema de lastre y el diseño del filtro interno. Para este equipo, no hay regulaciones conocidas de la industria o de EE. UU. Ni directrices oficialmente recomendadas aplicables al LNGC (o FSRU). Las especificaciones de diseño mencionadas anteriormente se basan en la práctica común en el diseño de LNGC y FPSO.

### 2.5.3 Vectores de Enfermedades

No se prevén cambios en el potencial de impacto para los vectores de enfermedades como resultado de los cambios en el diseño del proyecto.

## 2.6 Impactos a las Condiciones y Características Socio-económicas y Culturales

El rediseño del proyecto no realiza cambios en la mayoría de los posibles efectos socioeconómicos informados previamente en el Informe EsIA 2016, incluyendo los siguientes:

- Seguridad Comunitaria y Seguridad;
- Demografía;
- Paisaje y Vistas;
- Salud de la Comunidad;
- Recreación;
- Reubicación y Desalojo;
- Uso del suelo;
- Carreteras, Tráfico y Servicios Públicos;
- Puerto de Acajutla (CEPA);
- Economía; o
- Cultural.

Según el diseño del proyecto anterior, la ruta de la tubería se ubica dentro del área de restricción de buques CEPA. Y aunque no hay instalaciones que restrinjan físicamente la navegación, se supone que los pescadores no deben estar cerca del ducto, ya que se encuentra dentro del área de restricción de CEPA. Como tal, la instalación de la tubería a través de HDD y sus operaciones no debería tener ningún impacto en la actividad pesquera permitida. La FSRU flotante tendrá un área de restricción de navegación de 500 m de radio impuesta en la mayor parte. La excepción es hacia el sur, donde el tráfico de embarcaciones marítimas relacionadas con CEPA podrá atravesar el canal de entrada al puerto permitido que se encuentra a unos 300m de la posición planificada de la FSRU flotante. Al igual que antes, con la zona de restricción de navegación impuesta alrededor de la embarcación FSRU, los pescadores que deseen viajar al sur necesitarán viajar una distancia mayor, lo que requerirá más tiempo y consumirá más combustible. Los impactos de esto se describen en el EsIA 2016. No se propone ninguna mitigación o compensación adicional como resultado de los cambios en el diseño del proyecto.

La ubicación propuesta de la FSRU flotante y las áreas de restricción de navegación asociadas se han presentado a CEPA. La cual ha indicado verbalmente a EDP que la configuración propuesta es aceptable. No se esperan efectos significativos o diferentes en la actividad de CEPA como resultado de los cambios en el diseño de las instalaciones.

## 2.7 Instalaciones Asociadas

No hay cambios en cuanto a los efectos con las instalaciones asociadas como resultado de los cambios en el diseño del proyecto.

## 2.8 Evaluación de los Servicios Ecosistémicos

No hay cambios en los efectos potenciales para los servicios ecosistémicos como se informó previamente en el EslA 2016.

## 2.9 Valoración y Evaluación de Impactos Acumulativos

No hay cambios en los efectos potenciales para los impactos acumulativos.

## 2.10 Fase de Cierre

El proyecto LNG to Power operará bajo las regulaciones y requerimientos de EDP o su sucesor, según lo especificado en el acuerdo de compra de energía (PPA). El PPA para el proyecto tiene un plazo establecido de 20 años, sujeto a revisión y extensión. Sin embargo, con el mantenimiento regular de las instalaciones del proyecto podrían tener una vida útil mucho más larga que se extiende por varias décadas más allá del PPA inicial.

Como en el diseño del proyecto revisado, el desmantelamiento de los componentes del proyecto off shore tendría menos impacto en comparación con la terminal marina propuesta anteriormente. Todo lo que se requeriría sería la extracción de las anclas de mar y luego la embarcación podría trasladarse a una nueva ubicación.



# Energía del Pacífico

**Proyecto: LNG to Power**

**Adenda de Modificatoria al EsIA**

**Capítulo 3: Programa de Manejo**

**Ambiental**





## Tabla de Contenido Capítulo 3

<b>3.0</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	MARCO DE REFERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO .....	3-1
3.2	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE CONSTRUCCIÓN .....	3-2
3.2.1	<i>Reducción de Emisiones de Gases</i> .....	3-3
3.2.2	<i>Plan de Manejo de Polvo</i> .....	3-3
3.2.3	<i>Manejo de Ruido Durante Construcción</i> .....	3-5
3.2.4	<i>Manejo de Suelo y Agua Lluvia en Construcción</i> .....	3-6
3.2.5	<i>Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos</i> .....	3-9
3.2.6	<i>Tratamiento de Agua Residual Doméstica</i> .....	3-13
3.2.7	<i>Materiales Peligrosos en Instalación de RCM y FSRU</i> .....	3-15
3.2.8	<i>Cierre de Perforaciones en Suelo</i> .....	3-16
3.2.9	<i>Descarga de Agua de Pruebas</i> .....	3-17
3.2.10	<i>Reubicación de Fauna Terrestre</i> .....	3-17
3.2.11	<i>Reforestación y Apoyo a FIAES</i> .....	3-19
3.2.12	<i>Medidas durante perforación HDD</i> .....	3-28
3.2.13	<i>Prevención de Interacción Con Fauna</i> .....	3-31
3.2.14	<i>Plan de Iluminación de Construcción en el mar</i> .....	3-33
3.2.15	<i>Medidas para Reducir la Turbidez y Biomonitorio de Ostras</i> .....	3-34
3.2.16	<i>Plan de Gestión Ambiental y Social</i> .....	3-35
3.2.17	<i>Seguridad en Mar Abierto</i> .....	3-38
3.2.18	<i>Plan de Tráfico</i> .....	3-39
3.2.19	<i>Empleo de Trabajadores Locales</i> .....	3-39
3.2.20	<i>Prevención de Tiendas Informales Alrededor del Sitio</i> .....	3-40
3.2.21	<i>Barrera de Seguridad de Tubería</i> .....	3-41
3.2.22	<i>Compensación a Pescadores</i> .....	3-42
3.2.23	<i>Construcción de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales</i> .....	3-43
3.2.24	<i>Separador Agua-Aceite</i> .....	3-49
3.2.25	<i>Tanque Sedimentador/Amortiguador Para Lluvia</i> .....	3-52
3.2.26	<i>Sistema de Protección Contra incendios</i> .....	3-54
3.2.27	<i>Sistema de Detección de Fugas</i> .....	3-55
3.2.28	<i>Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Pozos de Monitoreo</i> .....	3-56
3.2.29	<i>Minimización de Vectores de Enfermedades</i> .....	3-63
3.2.30	<i>Centro de Rescate de Fauna</i> .....	3-63
3.2.31	<i>Monitoreo de Corales</i> .....	3-65
3.2.32	<i>Evaluación Detallada de Riesgo y Plan de Contingencia</i> .....	3-67
3.2.33	<i>Sistema de Alerta de Tsunami</i> .....	3-69
3.2.34	<i>Instalación de Válvula de Aislamiento</i> .....	3-71
3.2.35	<i>Plano de Medidas Ambientales</i> .....	3-72
3.2.36	<i>Resumen del Programa de Manejo Ambiental en la Etapa de Construcción</i> .....	3-72

3.3	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE FUNCIONAMIENTO .....	3-93
3.3.1	<i>Monitoreo de Emisiones</i> .....	3-93
3.3.2	<i>Monitoreo de Ruido</i> .....	3-97
3.3.3	<i>Equipo de Protección Personal y de Derrames</i> .....	3-98
3.3.4	<i>Entrenamiento en Medioambiente, Higiene y Seguridad</i> .....	3-99
3.3.5	<i>Planes y Procedimientos Medioambiente, Higiene y Seguridad</i> .....	3-100
3.3.6	<i>Relación con la Comunidad</i> .....	3-102
3.3.7	<i>Plan de Iluminación de FSRU</i> .....	3-103
3.3.8	<i>Mantenimiento a Reforestación y Apoyo a FIAES</i> .....	3-104
3.3.9	<i>Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Pozos de Monitoreo</i> .....	3-105
3.3.10	<i>Adquisición de Remolcadores</i> .....	3-106
3.3.11	<i>Centro de Rescate de Fauna</i> .....	3-107
3.3.12	<i>Plano de Medidas Ambientales Etapa de Operación</i> .....	3-107
3.4	RESUMEN DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL .....	3-108

## Figuras Capítulo 3

Figura 3-1	– Detalle de Acequia y/o Canaleta para Canalizar el Agua Lluvia Durante la Etapa de Preparación de Sitio y Construcción .....	3-7
Figura 3-2	– Drenajes Temporales Durante Construcción .....	3-7
Figura 3-3	– Drenajes Temporales Durante Construcción, Sitio de Acopio temporal .....	3-8
Figura 3-4	– Esquema de Almacenamiento de Materiales Peligrosos .....	3-12
Figura 3-5	– Método de Siembra en Hileras .....	3-22
Figura 3-6	– Método de Siembra al Cuadrado .....	3-22
Figura 3-7	– Arborización en el Proyecto .....	3-25
Figura 3-8	- Sistema de Reciclaje- Copyright © DERRICK .....	3-29
Figura 3-9	- Esquema de Sistema de Recirculación de Fluidos .....	3-30
Figura 3-10	– Esquema del Sistema de Tratamiento en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales .....	3-44
Figura 3-11	- Medidas de compensación a pescadores .....	3-45
Figura 3-12	- Esquema de Sistema Separador Agua y Aceite .....	3-50
Figura 3-13	– Separador de Agua-Aceite .....	3-51
Figura 3-14	– Data Logger .....	3-58
Figura 3-15	– Perfil Longitudinal E-E’ Ubicación de pozo de monitoreo No. 1 .....	3-59
Figura 3-16	- Ubicación de pozos de extracción y pozos de monitoreo .....	3-61
Figura 3-17	– Medidas Ambientales en Construcción (En Tierra) .....	3-73

Figura 3-18 – Medidas Ambientales en Construcción (FSRU - Tubería) .....	3-75
Figura 3-19 – Esquema De Funcionamiento de Sistema de Monitoreo por Predicción de Emisiones .....	3-95
Figura 3-20 – Medidas Ambientales en Etapa de Operación .....	3-109

## Fotografías Capítulo 3

Fotografía 3-1 – Imagen del sistema de lavado de llantas .....	3-4
Fotografía 3-2 - Ejemplo de estanque para tortugas.....	3-64
Fotografía 3-3 – Ejemplo de estanque para tortugas fuera del agua.....	3-64
Fotografía 3-4 – Ejemplo de estanque para delfines.....	3-65

## Tablas Capítulo 3

Tabla 3-1 – Monto Calculado de la Medida Ambiental - Medida Reducción de Emisiones de Gases .....	3-3
Tabla 3-2 – Memoria de Cálculo de Riego .....	3-4
Tabla 3-3 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Plan de Manejo de Polvo .....	3-5
Tabla 3-4 – Monto Estimado de la Medida Ambiental I – Medida Manejo de Ruido Durante Construcción .....	3-6
Tabla 3-5 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Manejo de Suelo y Agua Lluvia en Construcción .....	3-9
Tabla 3-6 – Listado de Materiales Peligrosos en Construcción .....	3-11
Tabla 3-7 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos.....	3-13
Tabla 3-8 – Estimado de Inodoros Portátiles por Mes .....	3-14
Tabla 3-9 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Tratamiento de Agua Residual Doméstica .....	3-15
Tabla 3-10 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Materiales Peligrosos en Instalación de RCM y Tubería .....	3-16
Tabla 3-11 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Cierre de Perforaciones en Suelo .....	3-16
Tabla 3-12 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Descarga de Agua de Pruebas .....	3-17

Tabla 3-13 - Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Reubicación de Fauna Terrestre .....	3-19
Tabla 3-14 – Árboles a Talar .....	3-19
Tabla 3-15 – Balance Hídrico .....	3-20
Tabla 3-16 – Compensación por Uso de Agua del Pozo .....	3-20
Tabla 3-17 – Compensación por Pérdida de Infiltración .....	3-20
Tabla 3-18 – Cuadro de árboles .....	3-23
Tabla 3-19 – Costo de compensación para 1,781 árboles .....	3-23
Tabla 3-20 – Costo de compensación a FIAES. Perdida de Infiltración y Tala. 10.32 Ha. Plantación y mantenimiento.....	3-27
Tabla 3-21 – Costo de compensación por uso de agua. 34.48 Ha.....	3-27
Tabla 3-22 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Reforestación y Apoyo a Fondo de Iniciativa para las Américas.....	3-28
Tabla 3-23 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Prevención de Interacción Con Fauna.....	3-30
Tabla 3-24 – Desechos y Residuos a Generarse en la Etapa de Construcción .....	3-31
Tabla 3-25 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Prevención de Interacción Con Fauna.....	3-32
Tabla 3-26 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Plan de Iluminación de la Construcción en el mar .....	3-33
Tabla 3-27 – Punto de Monitoreo de Turbidez.....	3-35
Tabla 3-28 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida reducción de turbidez .....	3-35
Tabla 3-29 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Plan de Gestión Ambiental y Social .....	3-37
Tabla 3-30 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Seguridad en Mar Abierto.	3-38
Tabla 3-31 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Plan de Tráfico.....	3-39
Tabla 3-32 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Empleo de Trabajadores Locales .....	3-40
Tabla 3-33 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Prevención de Tiendas Informales Alrededor del Sitio .....	3-41
Tabla 3-34 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Barrera de Ruido y Seguridad de Tubería .....	3-41
Tabla 3-35 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Compensación a Pescadores.	3-43
Tabla 3-36 – Parámetros y Frecuencia de Muestreo .....	3-47

Tabla 3-37 – Parámetros a Monitorear Según Norma .....	3-48
Tabla 3-38 – Frecuencia de Monitoreo de Acuerdo a Caudal de Agua Residual en m <sup>3</sup> por Día. ...	3-48
Tabla 3-39 – Costo Anual de Análisis .....	3-48
Tabla 3-40 – Costo Estimado de la Medida Ambiental – Medida Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	3-49
Tabla 3-41 – Costo Estimado de la Medida Ambiental – Medida Separador Agua-Aceite .....	3-52
Tabla 3-42 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Tanque Sedimentador/ Amortiguador Para Lluvia .....	3-54
Tabla 3-43 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Sistema de Protección Contra incendios .....	3-55
Tabla 3-44 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Sistema de Detección de Fugas .....	3-56
Tabla 3-45 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo.....	3-60
Tabla 3-46 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida minimización de vectores de enfermedades.....	3-63
Tabla 3-47 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Centro de rescate de fauna .....	3-65
Tabla 3-48 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida monitoreo de corales.....	3-66
Tabla 3-49- Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar.....	3-67
Tabla 3-50 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Estudio de riesgos adicionales.....	3-69
Tabla 3-51 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida sistema de alertas de tsunami .....	3-71
Tabla 3-52 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Instalación de Válvula de Aislamiento .....	3-72
Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción .....	3-77
Tabla 3-54 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción .....	3-84
Tabla 3-55 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción .....	3-89
Tabla 3-56 – Resumen de Monitoreo de Emisiones en Chimeneas .....	3-93
Tabla 3-57 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Inmisiones atmosféricas) .....	3-94
Tabla 3-58 – Meteorología.....	3-96
Tabla 3-59 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Monitoreo de Emisiones ...	3-97
Tabla 3-60 – Resumen del Programa de Prueba de Ruido .....	3-97
Tabla 3-61 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Monitoreo de Ruido.....	3-98



Tabla 3-62 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Protección Personal y de Derrames.....	3-99
Tabla 3-63 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Entrenamiento en Medioambiente, Higiene y Seguridad .....	3-100
Tabla 3-64 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Planes y Procedimientos y Medioambiente, Higiene y Seguridad .....	3-101
Tabla 3-65 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Relación con la Comunidad... 3-103	
Tabla 3-66 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Plan de Iluminación del Muelle Temporal.....	3-104
Tabla 3-67 – Monto estimado de la medida ambiental - Medida apoyo a Fondo de Iniciativa para las Américas en concepto de mantenimiento .....	3-105
Tabla 3-68 – Propuesta de desglose de medida - Medida apoyo a Fondo de Iniciativa para las Américas en concepto de mantenimiento .....	3-105
Tabla 3-69 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Detección de Intrusión Salina.....	3-106
Tabla 3-70 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Detección de Intrusión Salina.....	3-107
Tabla 3-71 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Centro de rescate de fauna .....	3-107
Tabla 3-72 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación.....	3-111
Tabla 3-73 – Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones .....	3-114
Tabla 3-74 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación (Años 1-3).....	3-117
Tabla 3-75 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación (Años 4-17).....	3-118

## Apéndice Capítulo 3

- Apéndice 3.A Plano de Revegetación
- Apéndice 3.B Perfiles de proyectos de compensación a pescadores
- Apéndice 3.D Sistema contra incendios
- Apéndice 3.E Carta de manejo de desechos sólidos, Alcaldía Municipal

## 3.0 Programa de Manejo Ambiental

Una vez, establecidos los principales efectos ambientales que las acciones del proyecto generarán sobre los factores ambientales, corresponde como siguiente paso definir el conjunto de propuestas de medidas ambientales que serán tomadas para prevenir y/o controlar los impactos, con el fin de mejorar y/o potenciar la compatibilidad de las acciones con el medio ambiente.

El propietario o titular del proyecto es el responsable de ejecutar cada una de las medidas propuestas, y dar el seguimiento respectivo en todas las etapas del proyecto. El Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, de acuerdo con la Ley del Medio Ambiente, es la institución responsable de velar por la minimización de los impactos ambientales negativos.

### 3.1 Marco de Referencia de Gestión Ambiental y Social del Proyecto

A la fecha de redacción del presente reporte, los roles clave de las diversas entidades que construirán y operarán el Proyecto son los siguientes:

- 1) Patrocinador del proyecto: EDP
  - Responsabilidad final de todos los aspectos del proyecto;
  - Propietario de Central Térmica, contrato chárter para la Terminal Marítima (FSRU), Sistema de Amarrre y Tubería de Gas; y
  - A la fecha, EDP se encuentra evaluando los acuerdos de concesion marina para el FSRU.
- 2) Central Térmica Contratista: Wartsila
  - Diseño de ingeniería, adquisición de equipos y construcción de la planta de energía
- 3) Central Térmica, operación y mantenimiento contratista: Wartsila
  - Operación y mantenimiento de la central térmica;
- 4) Terminal Marítima Contratista EPC: a determinar
  - Diseño de ingeniería, adquisición de instalaciones fijas y equipos, e instalación del RCM (sistema de amarre) y FSRU en su ubicación definitiva.
  - Instalación de la tubería de gas;
- 5) FSRU O & M Contratista: a determinar
  - Operación y mantenimiento del FSRU, incluyendo el gasoducto;
- 6) Tubería de Gas Contratista: a determinar
  - Diseño de ingeniería, adquisición de materiales y equipos, y construcción de la tubería de gas que conecta la terminal marina (FSRU) y la planta de energía;
- 7) Contratista de suministro de combustible: Shell
  - Operación de buques cargueros de GNL que suministrarán LNG periódicamente para ser almacenado y regasificado en el FSRU;

Los acuerdos de EDP con cada uno de sus contratistas identificarán claramente las expectativas pertinentes de desempeño ambiental y social relacionadas con el alcance de suministro de cada uno. Para facilitar un enfoque coherente de los aspectos relacionados entre todos, compartir las lecciones aprendidas y promover la mejora continua en todo el proyecto, EDP establecerá un sistema de gestión ambiental y social (ESMS) y requerirá lo mismo de sus contratistas.

Antes de la construcción, y en consulta con sus contratistas, EDP desarrollará e implementará un ESMS basado en la guía proporcionada en "Manual de Implementación del Sistema de Gestión Ambiental y Social: Construcción" (IFC, Revisión 2.2 4 de junio de 2014). El ESMS se actualizará antes de las operaciones, según corresponda, basándose en "Manual de Implementación del Sistema de Gestión Ambiental y Social: Construcción" (IFC, Revisión 2.2 4 de junio de 2014). El SGAE de EDP abordará, según sea apropiado para la escala y el alcance de las actividades del proyecto, los nueve elementos de un SGAE eficaz enumerado en los dos manuales, a saber:

- Política;
- Identificación de Riesgos e Impactos;
- Capacidad y Competencia Organizacional;
- Preparación y Respuesta a Emergencias;
- Participación de los Interesados;
- Comunicaciones y Arbitrajes Externos; y
- Reportes Continuos a las Comunidades.

Cada uno de los contratistas principales de EDP son compañías internacionales bien establecidas y experimentadas. Cada una tiene sus propios ESMS establecidos, así como planes y procedimientos detallados de Medio Ambiente, salud y seguridad. Antes de comenzar las actividades in situ, cada contratista proporcionará a EDP su documentación sobre el ESMS y la confirmación de cómo se han incorporado en sus planes y procesos internos los diversos planes y acciones de mitigación, gestión y vigilancia establecidos en este informe de ESIA.

EDP recibirá informes periódicos de cada contratista sobre los indicadores de rendimiento medioambiental y social y coordinará reuniones periódicas de coordinación, a las que asistirán los directivos del ESMS de cada contratista.

### **3.2 Descripción de las Medidas Ambientales Etapa de Construcción**

A continuación, se desarrollan cada una de las medidas propuestas para mitigar, prevenir corregir o compensar los impactos ambientales que generará el proyecto, en la etapa de construcción.

### 3.2.1 Reducción de Emisiones de Gases

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de la Medida

Para reducir las emisiones a la atmósfera se aplicarán las siguientes medidas de mitigación:

- Plan de mantenimiento de equipos, programa de mantenimiento, y el registro del seguimiento observado;
- Ubicar los generadores de energía estacionarios a más de 50 m de límite del terreno en su costado norte;
- Tener un protocolo en relación a la marcha en vacío (apagado de equipos cuando estén detenidos); y
- Uso de autobuses para el transporte de los trabajadores desde fuera de Acajutla al sitio; de las principales ciudades: Sonsonate, Lourdes, San Salvador. Se establecerán puntos y horas de reunión en estas ciudades. Esta medida también previene la saturación de los autobuses locales en el pico de la construcción.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Área del proyecto y rutas de transporte de personal de construcción.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Plan de mantenimiento de equipos y camiones	1.00	s.g.	\$2,000.00	1.00	\$ 2,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 2,000.00</b>

*Fuente: Equipo Consultor*

### 3.2.2 Plan de Manejo de Polvo

Tipo de medida: Atenuación.

#### Descripción de Medida

Para prevenir el polvo durante la etapa de construcción se propone un plan de manejo de polvo que incluye:

- Aplicación de riego de agua en las calles internas del Proyecto durante la estación seca y los días con mayor viento, en la etapa de terracería; y

- Ubicar un sistema de lavado de llantas en la salida de camiones y la instalación de un área pavimentada antes de salir los vehículos para que el polvo adherido en las llantas se deposite en el suelo antes de salir.

Fotografía 3-1 – Imagen del sistema de lavado de llantas



Fuente: <https://venzario.com/2010/01/26/sistemas-de-lavado-de-ruedas-mobydick/>.

- Estabilizar con agua o cubrir con plástico los promontorios de material de terracería;
- Establecer un límite de velocidad de los vehículos en las calles internas de 20 km/h; y
- Cobertura de camiones con toldos, los camiones que transporten material que puedan producir polvo.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Dentro del terreno principal en las zonas descubiertas durante la construcción y en el sitio de acopio temporal, donde se instalarán los contenedores con los materiales y equipos.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-2 – Memoria de Cálculo de Riego</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Capa a esparcir	2mm
En metros	0.002m
Volumen por riego en 1 m	0.002m <sup>3</sup>
Por tres veces al día (A)	0.006m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>
Superficie descubierta:(50% del terreno)	
Terreno del proyecto	40,000.00 m <sup>2</sup>
Sitio de Acopio temporal	23,000.00 m <sup>2</sup>

Descripción	Cantidad
Total de área a humectar (B)	63,000.00 m <sup>2</sup>
Volumen total por 3 riegos por día (AXB)	378.00m <sup>3</sup>
Precio por m <sup>3</sup>	\$ 0.10
Precio por día	\$ 37.80
Por mes	\$ 1,134.00
Por seis meses	\$ 6,804.00
Precio por día por pipa más 2 personas	\$ 56.00
Por mes	\$ 1,680.00
Por seis meses	\$10,080.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16,884.00</b>
Por tres años	\$ 50,652.00

Fuente: Equipo Consultor.

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Riego	3.00	años	\$16,884.00	1.00	\$ 50,652.00
Lavado de llantas	1.00	s.g.	\$ 3,000.00	1.00	\$ 3,000.00
Pavimentación temporal salida	60.00	m <sup>2</sup>	\$ 6.00	1.00	\$ 360.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 54,012.00</b>

Fuente: Equipo Consultor.

### 3.2.3 Manejo de Ruido Durante Construcción

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

La actividad principal que produce ruido durante la construcción es la perforación de pilotes, perforación HDD y el uso de vehículos y maquinaria. Se va a desarrollar un Plan de Gestión del Ruido que considerará las siguientes medidas para reducir el ruido de la construcción, incluyendo:

- Coordinación de construcción de tipo, número, duración y ubicación de la perforación de pilotes;
- Utilizar técnicas de bajo ruido para perforación de pilotes si es posible (p. Ej., Apilamiento vibratorio, apilamiento por prensado); y
- Horas de actividad de construcción, incluyendo pilotaje y operación de la Central Térmica por lotes;
- Rutas de transporte y establecimiento de horarios.



### Ubicación de la Medida Ambiental

Dentro del terreno de construcción y área de influencia.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Plan de reducción de ruido	1.00	s.g.	\$ 1,000.00	1.00	\$ 1,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 1,000.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

## **3.2.4 Manejo de Suelo y Agua Lluvia en Construcción**

Tipo de medida: Atenuación

### Descripción de Medida

Aplicar todas las medidas de manejo de suelos establecidas en los procedimientos de la empresa Wärtsilä, constructores del Proyecto de la Central Térmica, en el documento “Instrucción para calidad e instalación, terracería, para Centrales de Energía” que incluye:

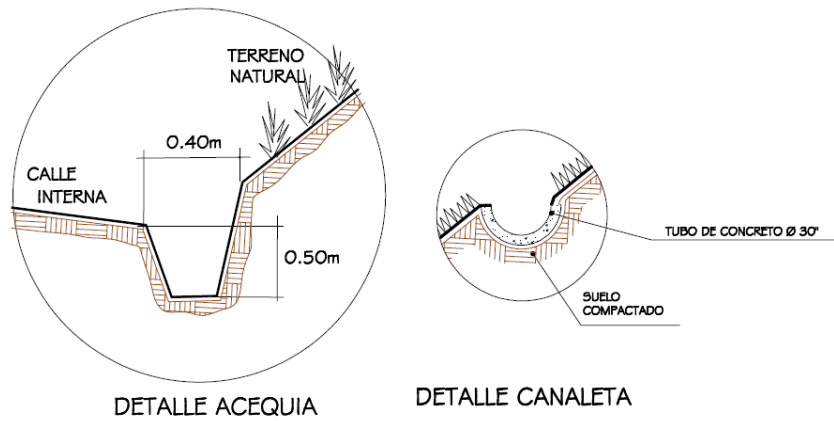
- Cortar y separar el suelo orgánico para su reúso del suelo común;
- Uso de bermas y barreras para sedimentación y control de la erosión y prevenir el arrastre de sedimentos por el agua lluvia;
- Instalación de barreras para evitar el paso de maquinaria en áreas que no sean las de trabajo;
- Proteger y estabilizar material expuesto (mediante engramado, plásticos, concreto u otro material);
- Proteger esquinas y curvas con rocas o ripio; y
- Ubicación de estanques de sedimentación antes de la descarga del agua lluvia del terreno.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Por lo plano de los terrenos se ha ubicado una sola acequia perimetral en los bordes de los terrenos con menor elevación y estanques sedimentadores antes de su descarga al sistema de drenaje existente en CEPA. En el terreno de la Central Térmica, no se hará un estanque temporal, pues se construirá el estanque definitivo al inicio de la construcción.

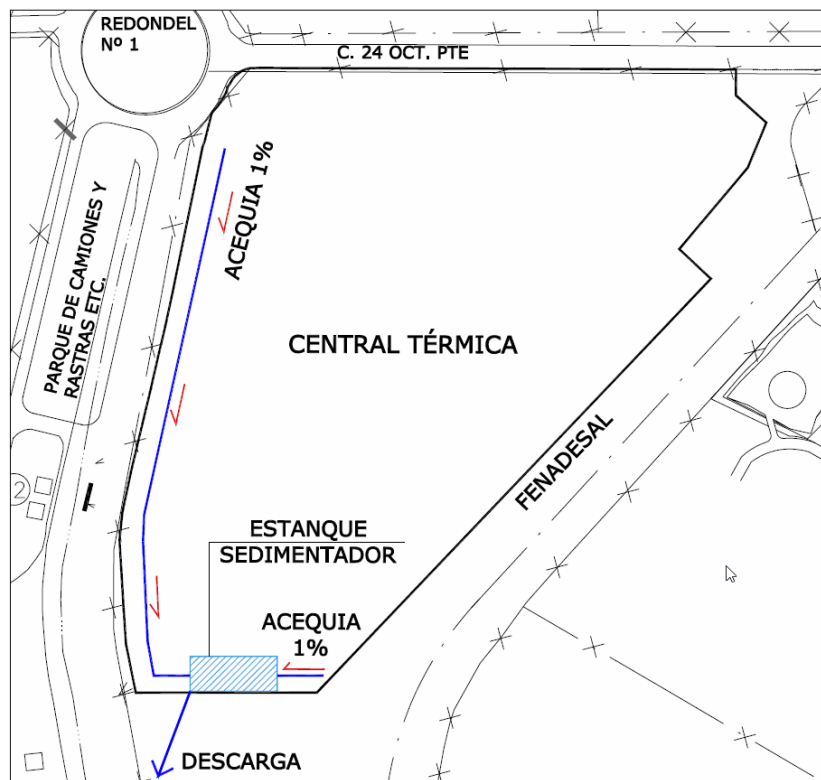
Un detalle de las acequias y canaletas temporales se presenta a continuación en la Figura 3-1. En la Figura 3-2 y Figura 3-3 se muestra la ubicación de los drenajes y estanques temporales propuestos.

**Figura 3-1 – Detalle de Acequia y/o Canaleta para Canalizar el Agua Lluvia Durante la Etapa de Preparación de Sitio y Construcción**



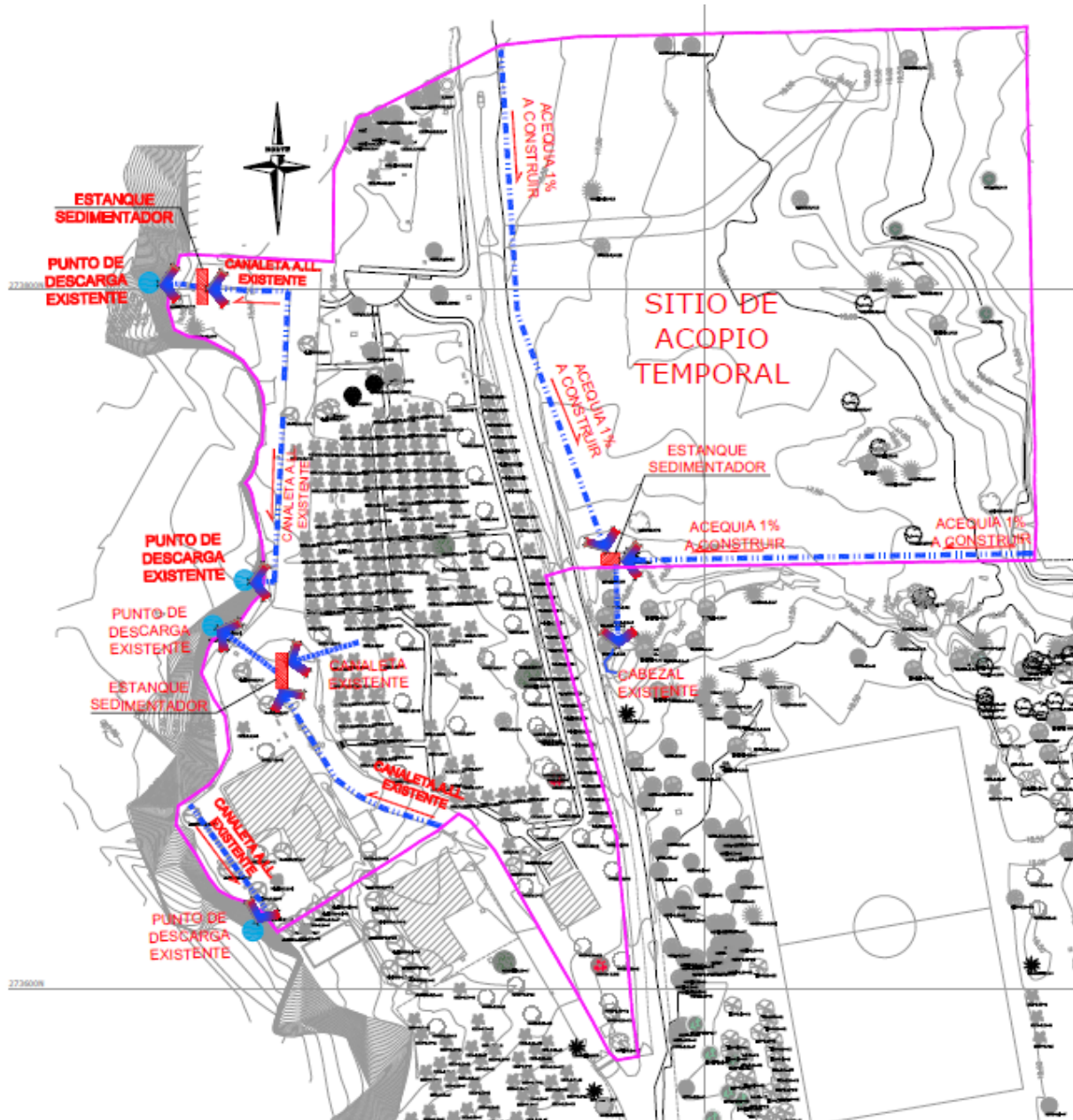
Fuente: Equipo consultor DILLON-ECO, 2018.

**Figura 3-2– Drenajes Temporales Durante Construcción**



Fuente: Equipo consultor DILLON-ECO, 2018.

**Figura 3-3 – Drenajes Temporales Durante Construcción, Sitio de Acopio temporal**



Fuente: Equipo consultor DILLON-ECO.

Los estanques de sedimentación tendrán 1m de alto por 10m de largo por 3m de ancho para manejar el agua en una tormenta pico (ver medida 3.2.25).

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-5 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Manejo de Suelo y Agua Lluvia en Construcción</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Acopio tierra negra terreno principal	50,000.00	m <sup>3</sup>	\$ 0.80	1.00	\$ 40,000.00
Acopio tierra negra sitio de acopio	35,000.00	m <sup>3</sup>	\$ 0.80	1.00	\$ 28,000.00
Estanque de sedimentación	3.00	unidad	\$ 3,000.00	1.00	\$ 6,000.00
Acequia	600.00	M	\$ 3.00	1.00	\$ 1,800.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 75,800.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### **3.2.5 Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos**

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

Las labores y actividades a desarrollar durante la construcción ponen en riesgo la seguridad del personal, por lo que con el fin de prevenir los riesgos a la salud y de minimizar la probabilidad de incidentes durante las actividades de construcción se instruirá al personal que labore en la construcción sobre el manejo adecuado de equipo y herramientas.

La constructora será responsable de exigir a los trabajadores el uso de equipo como guantes, casco, arneses, que protejan la salud de ellos mismos, durante las actividades de construcción.

Se debe implementar y capacitar al personal en manejo adecuado de materiales peligrosos. Se proveerá de extintores donde sea necesario y el adecuado equipo de protección personal. Se realizarán las obras para reducir el riesgo de derrames.

Para poder informar efectivamente al personal se debe implementar un plan de manejo que consista en mantener al alcance una lista completa de los materiales peligrosos, así como también las hojas de seguridad de los materiales, además, se debe entrenar al personal acerca del uso de las hojas de seguridad de los materiales.

Se utilizarán las mejores prácticas de la industria para el manejo, almacenamiento y uso de materiales peligrosos, incluyendo:

- Entrenamiento al personal y uso de equipo de protección personal;
- Protección para sobrellenado y derrames;
- Señalización y control de inventario;

- Uso de contención secundaria, cuando aplique;
- Almacenamiento separado de materiales incompatibles; y
- Material para respuesta a derrames y limpieza se mantendrá disponible.

Los materiales peligrosos a utilizar incluyen:

1. Combustibles para los equipos y vehículos;
2. Aceites lubricantes, para llenado diario. Los cambios de aceite serán realizados fuera del sitio de construcción en un lugar autorizado;
3. Solventes;
4. Pinturas;
5. Ácido muriático u otros para limpieza; y
6. Entre otros.

Estos materiales serán almacenados en los dos terrenos designados para sitio de acopio y dentro del terreno del Proyecto, por lo que se han considerado tres áreas cercadas y cerradas para este fin.

En el área se tendrá:

- Tanque de combustible (diésel) aéreo de aproximadamente 1,000 galones, con su berma de contención;
- Arena para contención de derrames;
- Wipes;
- Guantes;
- Listado de hojas de seguridad de materiales; y
- Fuente de lavado de ojos.

Los materiales que se listan en la Tabla 3-6 se tendrán en el plantel en mayor cantidad, por lo que se detalla su manejo.

Tabla 3-6 – Listado de Materiales Peligrosos en Construcción					
Producto	Riesgos	Primeros Auxilios	Señalización	Equipo de Protección	Tratamiento de Desechos
COMBUSTIBLE DIESEL	Inflamable y combustible Salud: bajo grado de toxicidad por inhalación o ingestión, irritación en piel y ojos. Potencial cancerígeno.	OJOS: enjuagar con chorro de suave de agua. PIEL: En frío: aplicar abundante agua, retirar ropa contaminada y lavar con agua y jabón. INHALACIÓN: Remover a sitio fresco y llamar al médico. Si no respira iniciar resucitación y aplicar oxígeno. INGESTIÓN: No inducir vómito, mantenga en reposo, llamar al médico.	SEÑALIZACIÓN: "INFLAMABLE"	Sólo para exposición alta o riesgo de contacto: cartucho respirador y anteojos protectores con protección lateral.	DERRAMES: Aislar un área de 50-100 m dependiendo del derrame. Eliminar toda fuente de ignición, confinar el derrame contener mediante arena u otro absorbente. Posteriormente disponer adecuadamente este material.
ACEITES LUBRICANTES	Combustible Salud: irritante en ojos, piel e inhalación por exposición prolongada. Malestar abdominal, náuseas y diarrea por ingestión.	OJOS: enjuagar con chorro de agua, suave. PIEL: aplicar abundante agua, retirar ropa contaminada y lavar con agua y jabón. INHALACIÓN: Remover a sitio fresco y llamar al médico. INGESTIÓN: No inducir vómito, mantenga en reposo, llamar al médico.	NO REGULADO	Espuma, spray de agua, polvo químico, dióxido de carbono.	En caso de derrame absorber y contener. Usar equipo de protección para vapores.

Fuente: Hojas de Seguridad de los Materiales.

**Almacenamiento de diésel:** Mantener el área de almacenamiento de estos materiales alejadas de fuentes de ignición. Mantener los barriles cerrados cuando no se estén utilizando. Instalación de estructura de pequeña berma, para proteger el medio receptor de cualquier derrame de combustible. Este deberá estar en un área impermeabilizada con material absorbente.

En la Figura 3-4 se presenta el esquema de almacenamiento de materiales peligrosos.



**Figura 3-4 – Esquema de Almacenamiento de Materiales Peligrosos**



*Fuente: Elaboración propia DILLON-ECO, 2018.*

**Señalización y ubicación de extintores:** Se requiere señalar las diferentes áreas indicando las diferentes zonas del lugar, el riesgo, uso de equipo de protección y el manejo de materiales peligrosos. Además, se deben ubicar extintores en sitios visibles, accesibles y sin ninguna obstrucción; con su debida información. Se deberán instalar extintores adecuados para los productos almacenados.

**Capacitación en seguridad ocupacional e higiene:** El manejo ambiental en el plantel requiere cambios de actitudes, patrones de comportamiento y de procesos de pensamiento de parte de los empleados, además de conocimientos básicos de conservación del medio ambiente. Este proceso comienza con el mejoramiento de la comprensión que tienen todos los individuos de los asuntos ambientales, y de los elementos de procesos de manejo ambiental.

Para el entrenamiento del personal, las capacitaciones más importantes para su seguridad y la del contratista deben enfocarse en establecer métodos por medio de los cuales al empleado se le transmita información continua acerca de materiales peligrosos a los cuales podrían estar expuestos, tipo de viñetas, señales utilizadas dentro del plantel, primeros auxilios, también acerca de la importancia del equipo de protección, cuidado y uso de máquinas; así como capacitar al personal sobre cómo actuar en caso de cualquier accidente o emergencia, como incendios y terremotos, entre otros.

Las áreas más importantes a incluir en la capacitación son:

- a. Introducción a manejo ambiental: importancia y comprensión del manejo ambiental.
- b. Aspectos de seguridad e higiene ocupacional:
  - Primeros auxilios;
  - Prevención y control de incendios;
  - Manejo de sustancias químicas o materiales peligrosos;
  - Señalización utilizada;
  - Uso e importancia del equipo de protección personal; y
  - Plan de contingencia: conocimiento y entrenamiento acerca del mismo.
- c. Plan de contingencias y prevención de accidentes.

Debido al manejo de materiales peligrosos como los explosivos y los riesgos identificados en el Análisis de Riesgos y Plan de Prevención y Contingencia (Cap 4), se debe contar un plan de contingencias, un plan preliminar se incluye en el mismo capítulo. El plan final de prevención y contingencias a ser desarrollado durante la etapa de diseño detallado incluirá: descripción de posibles y probables accidentes, información sobre los mecanismos y medidas de intervención y comunicación en casos de urgencia, descripción de medidas de seguridad, revisión y actualización de las medidas de contingencia.

El plan de contingencias deberá ser implementado en el plantel y frentes de trabajo, mediante señalización, capacitación y realización de simulacros. Se debe llevar un registro de accidentes e incidentes, para actualizar el plan de contingencias.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Sitios de almacenamiento de materiales en sitio de acopio temporal, y terreno del Proyecto.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-7 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Cerco de malla ciclón	260.00	m	\$ 35.00	1.00	\$ 9,100.00
Kit para recolección de derrames: arena, wipes, pala.	3.00	s.g.	\$ 300.00	1.00	\$ 900.00
Capacitación en seguridad	150.00	c/u	\$ 4.00	1.00	\$ 600.00
Extintores	20.00	c/u	\$ 80.00	1.00	\$ 1,600.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12,200.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

### **3.2.6 Tratamiento de Agua Residual Doméstica**

Tipo de medida: Prevención.

#### Descripción de medida

En los diferentes sitios de trabajo: dado el tipo de Proyecto y las áreas a utilizar para el mismo, en las zonas retiradas de infraestructura habitacional, en cada sitio de trabajo y para evitar la disposición de excretas a cielo abierto, se deberán instalar inodoros portátiles para el manejo de excretas. Se instalarán un inodoro para 25 trabajadores o menos en los frentes de trabajo.

Durante la etapa de construcción se tendrán disponibles entre 10 y 48 inodoros portátiles, para los cerca de 1,200 empleados de la construcción, distribuidos en el área de construcción. Se mantendrán inodoros portátiles de acuerdo al personal en cada etapa. (Ver Tabla 3-8).

<b>Tabla 3-8 – Estimado de Inodoros Portátiles por Mes</b>		
MES	Empleados por mes estimados	Número de inodoros portátiles
Mes 1	6	1
Mes 2	79	4
Mes 3	190	8
Mes 4	244	10
Mes 5	406	17
Mes 6	339	14
Mes 7	580	24
Mes 8	670	27
Mes 9	734	30
Mes 10	772	31
Mes 11	993	40
Mes 12	1001	41
Mes 13	1239	50
Mes 14	1270	51
Mes 15	1084	44
Mes 16	1072	43
Mes 17	1102	45
Mes 18	959	39
Mes 19	843	34
Mes 20	781	32
Mes 21	554	23
Mes 22	412	17
Mes 23	236	10
Mes 24	197	8
Mes 25	95	4
Mes 26	95	4
Mes 27	95	4
Mes 28	95	4
Mes 29	73	3
Mes 30	95	4
Mes 31	62	3
Mes 32	62	3

MES	Empleados por mes estimados	Número de inodoros portátiles
Mes 33	40	2
<b>TOTAL UNIDADES POR MES</b>		<b>674</b>

Fuente: Elaboración propia ECO/DILLON en base a información de EDP/Wärtsilä, 2014.

Los servicios sanitarios portátiles serán alquilados a empresas que cuenten con los permisos correspondientes, quienes serán responsables de la limpieza y mantenimiento de los mismos, que se realizará con regularidad. Estos estarán distribuidos en los diferentes frentes de trabajo.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Distribuido en los diferentes frentes de trabajo.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Inodoros portátiles	674.00	c/u	\$70.00	1.00	\$ 47,180.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 47,180.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### **3.2.7 Materiales Peligrosos en Instalación de RCM y FSRU**

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

Adicionalmente a los procesos generales para almacenar y manejar los materiales peligrosos, en el caso de la instalación del RCM y FSRU se tomarán las siguientes medidas complementarias:

1. Almacenar materiales peligrosos, incluyendo combustibles y lubricantes en áreas confinadas.
2. Se tendrán disponibles materiales para contención de derrames:
  - Barreras de contención de derrames (oil booms) (1,000 m); Material para absorción de derrames (500 m) ; y,
  - Recolector de aceites flotante (2)Se dará entrenamiento al personal trabajando en tareas en mar abierto sobre prevención de derrames, respuesta y limpieza.
3. Se tendrán trabajadores entrenados en prevención de derrames, respuesta inmediata y limpieza siempre en los frentes de trabajo.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Sitio de instalación de la Tubería y RCM en mar abierto.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-10 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Materiales Peligrosos en Instalación de RCM y Tubería</b>					
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Barreras flotantes (1,000 m)	1.00	s.g.	\$ 7,000.00	1.00	\$ 7,000.00
Absorbente flotante (500 m)	1.00	s.g.	\$ 2,000.00	1.00	\$ 2,000.00
Separador flotante de aceite	2.00	c/u	\$ 900.00	1.00	\$ 1,800.00
Entrenamiento	20.00	personas	\$ 6.00	6.00	\$ 720.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 11,520.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

## 3.2.8 Cierre de Perforaciones en Suelo

Tipo de medida: Prevención

### Descripción de Medida

Al finalizar la etapa de perforación de huecos para estudios de suelos, etc. donde se haga necesaria la perforación de hoyos a más de 5 m de profundidad se procederá a:

1. Cierre de cualquier hueco abierto durante el proceso constructivo con bentonita u otro material adecuado.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Donde se realizaron pilotes, en ubicación de tanque en tierra, casa de máquinas u otros.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-11 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Cierre de Perforaciones en Suelo</b>					
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Cierre de un estimado de 10 hoyos con bentonita	1.00	s.g.	\$ 1,000.00	1.00	\$ 1,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,000.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.2.9 Descarga de Agua de Pruebas

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

El agua de prueba de presión hidrostática será analizada para confirmar la ausencia de contaminación. El agua libre de contaminación será liberada a las áreas de drenaje local. Si no cumple con los criterios aplicables, el agua será tratada antes de la descarga. El agua será canalizada al estanque sedimentador y luego a la canaleta de CEPA. Si se utiliza agua de mar para la prueba se deberá realizar utilizando barreras en la tubería o manguera que se utilice para evitar el arrastre de fauna y sedimentos.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Tanques y tuberías.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Camión cisterna con bomba	1.00	m	\$ 3,000.00	1.00	\$ 3,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3,000.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.2.10 Reubicación de Fauna Terrestre

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

Con la protección de la fauna se persigue:

- Desarrollar acciones para la protección y cuidado de la fauna silvestre;
- Capacitar a los trabajadores para la sostenibilidad ambiental del área del Proyecto durante la ejecución de las obras de construcción;
- Promover responsabilidades individuales y colectivas para con la naturaleza, la sustentabilidad ambiental y económica, y la solidaridad humana con el medio ambiente; y
- Cimentar en los trabajadores la concientización de la protección ambiental, a través de la colocación de mensajes educativos en las áreas de uso común del Proyecto.

Para mitigar el impacto sobre la fauna durante las actividades de construcción se propone un programa de capacitación apropiado sobre conservación de la vida silvestre.



Queda prohibida la caza o destrucción de fauna que se desplace dentro de la propiedad o sus colindantes, en donde se instalarán las estructuras durante la ejecución del Proyecto. También queda prohibida la pesca en el mar.

#### *Rescate de fauna*

Antes de iniciar la construcción se procederá a hacer un recorrido del sitio por personal capacitado para atrapar la fauna que habite el lugar; está será adecuadamente manejada en jaulas apropiadas y entregadas a una ONG para su reubicación en sitios apropiados.

Si se dañase a la fauna o se encontrasen polluelos u otro tipo de circunstancias que obliguen a manejar la fauna, durante las etapas de preparación de sitio se procederá de la siguiente forma:

- Se tendrán disponibles en el plantel del Proyecto y en los equipos de transporte del personal a campo, jaulas para transporte de la fauna y se procederá a llevar a los especímenes recolectados al plantel;
- Del plantel serán llevados a organizaciones idóneas para recuperar a los animales afectados y poderlos reintegrar a su medio ambiente, ya recuperados como Funzel u otra; y
- Se llevará un registro de los animales afectados y entregados a dichas instituciones.

#### *Actividades específicas*

- Reconocimiento de las principales especies de fauna: peces, mamíferos, aves, etc; identificadas en la zona del Proyecto;
- Discusión sobre el concepto de sobre-explotación, extinción, uso sustentable y otros relacionados. Fomentar la participación en el compromiso por el cuidado del medio ambiente en general;
- Cimentación de principios y actitudes de manejo del ambiente ocupado o habitado, por medio de la educación ambiental; y
- Capacitación presencial.

Charlas de capacitación a trabajadores de construcción, 1 hora una vez por mes, en la reunión general de seguridad, durante la etapa de preparación de sitio.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Plantel del Proyecto a los trabajadores.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Reubicación de fauna	2.00	personas	\$ 1,100.00	2.00	\$ 4,400.00
Capacitación a personal de construcción	300.00	personas	\$ 2.00	3.00	\$ 1,800.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6,200.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.2.11 Reforestación y Apoyo a FIAES**

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

Para compensar la pérdida de vegetación por tala de árboles, así como la pérdida de infiltración por impermeabilización y por uso del agua del pozo se proponen lo siguiente:

1. Revegetación en terrenos del Proyecto;
2. Donación al FIAES, para proyectos de revegetación y otros proyectos ambientales.

#### *Calculo de compensación por tala*

La tala de árboles se resume en la siguiente Tabla 3-14:

Ubicación	Comunes	Amenazados
Terreno del Proyecto	121	0
Terreno de tubería	112	0
Sitio de acopio temporal	284	2
<b>Total de árboles a talar</b>	<b>517</b>	<b>2</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

Los árboles se compensarán de acuerdo a los requerimientos de compensación del MARN, 10 árboles por cada árbol talado y 25 por cada árbol talado para los árboles en estado delicado, totalizando 5,220 árboles a plantar.

#### *Calculo de compensación por uso de agua y por impermeabilización*

En la Tabla 3-16 y Tabla 3-17 se resume el cálculo de compensación por uso del agua y por impermeabilización, basado en el balance hídrico en la Tabla 3-15.

<b>Tabla 3-15 – Balance Hídrico</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Mm</b>	<b>%</b>
Precipitación	1,754.00	100%
Evapotranspiración	1,182.00	67%
Infiltración	343.00	20%
Escorrentía	229.00	13%

Fuente: Estudio Hidrológico.

<b>Tabla 3-16 – Compensación por Uso de Agua del Pozo</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Caudal de extracción	4.5	L/S
Caudal por minuto	270	L/MIN
Conversión a:	16,200.00	L/H
Conversión a:	324,000.00	L/DÍA (20 h)
Litros por año:	118,206,000.00	L/AÑO
A COMPENSAR	118,260.00	m <sup>3</sup> /año
Lluvia	1,754.00	mm
% de infiltración	20%	
Se tiene una infiltración	343.00	mm
Infiltración en m	0.34	m
Para infiltrar	118,260.00	m <sup>3</sup> (B)
<b>Se necesita un área de:</b>	<b>344,781.34</b>	<b>m<sup>2</sup> (B entre A)</b>
<b>en hectáreas</b>	<b>34.47</b>	
Distanciamiento	25.00	distancia 5x5
<b>Total Árboles</b>	<b>13,791.25</b>	

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

<b>Tabla 3-17 – Compensación por Pérdida de Infiltración</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Formula</b>
Área a impermeabilizar:	44,368.36	m <sup>2</sup> (B entre A)
en hectáreas	5.37	
Distanciamiento	25.00	distancia 5x5
<b>TOTAL</b>	<b>1,774.73</b>	

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

Por lo que la cantidad de árboles a plantar para la compensación totaliza 20,787.

Para la compensación se ha considerado:

1. Revegetación en terrenos del Proyecto: 546 árboles; y
2. El resto de árboles, 20,241, se donará su monto equivalente al Fondo Iniciativa para las Américas (FIAES), distinguiendo entre compensación por tala y pérdida de infiltración, respecto a consumo de agua, dado el alcance temporal de las medidas requeridas

### *3.2.11.1 Revegetación en terrenos del proyecto*

#### *Método de plantación*

Preparación del sitio a plantar: El árbol debe plantarse asegurándose que quede vertical, centrado en el hueco y estable. En la plantación se debe extender las raíces con cuidado y cortar las partes rotas o marchitas, enseguida depositar la tierra en el hueco en forma de capas.

Los individuos a plantar deberán tener una altura de al menos 1 metro. Las especies sugeridas para la arborización, se hacen principalmente bajo los principios de adaptabilidad en la zona y que sean especies nativas de la flora, con lo que la existencia de las especies en el área del Proyecto, que determinan la adaptación a la misma.

Para estimar el distanciamiento a dejar entre plantas e hileras se tomará en cuenta, además de las características de las especies seleccionadas, la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua, la inclinación del terreno y el propósito de la plantación (protección/recreación). El período de plantación recomendado, es a inicio de la época lluviosa, entre la segunda quincena del mes de mayo y la primera quincena del mes de junio.

El mantenimiento de las especies inicia desde el momento en que se siembran (principios de invierno o estación lluviosa) o de acuerdo a las actividades de construcción según programa) y durará hasta dos años:

- Riego de las especies plantadas: el proceso debe repetirse hasta asegurarse que la planta se ha arraigado por un período mínimo de 2 años. Habrá que tener especial cuidado durante los días secos, durante la canícula, estación transicional lluviosa-seca y seca;
- Protección con cubierta vegetal (mulsh): es recomendable colocar una cubierta de material vegetal seco, con un espesor de 3 a 5 cm alrededor de la planta, con el fin de minimizar la pérdida de agua del suelo y evitar la posibilidad del crecimiento de hierbas alrededor de la misma;
- Tutorio: algunas plantas necesitan el apoyo de un tutor, para evitar el acame (inclinación); y
- Limpieza y resiembra: ésta consiste en la eliminación de hierbas que estén compitiendo con la planta, manteniendo limpia el área de la corona (1 m. de diámetro) y la reposición de mulsh.

Cuando sea necesario se reemplazarán las plantas mal formadas y por supuesto las muertas, con el propósito de mantener la densidad adecuada de cobertura vegetal. El urbanizador como titular del Proyecto tendrá la responsabilidad de mantener la siembra hasta la recepción final del Proyecto y entrega a las instituciones correspondientes.

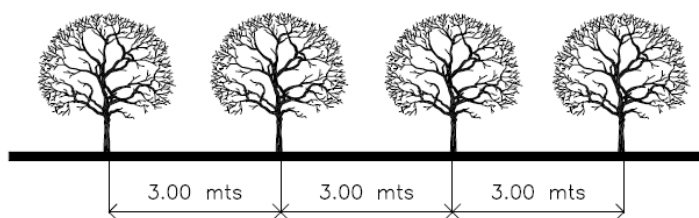
#### *Métodos de plantación para la arborización*

Para la implementación de la arborización, existen diferentes métodos de arreglo de la plantación, dependiendo de las características de las zonas a revegetar y de las especies seleccionadas. A continuación, se desarrolla una breve descripción de los métodos de siembra recomendados de acuerdo a las características de cada lugar.

#### *Método en hilera*

Se utiliza en áreas paralelas a la red vial (arriates), el distanciamiento entre las plantas depende del tamaño alcanzado por las especies en su madurez, por lo que la plantación puede variar entre 3 a 5 metros, como se presenta en la Figura 3-5. Las especies a considerar también deben presentar características de raíz primaria profunda, a fin de prevenir daños a la infraestructura urbanística a implementar.

**Figura 3-5 – Método de Siembra en Hilera**

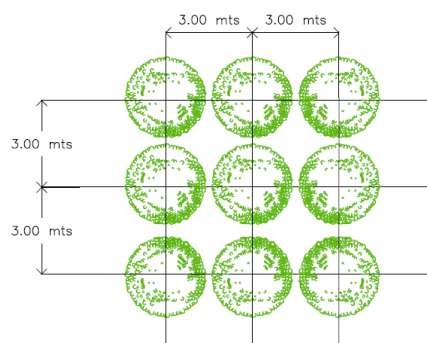


*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

#### *Método del cuadrado*

En este método las plantas se distribuyen en hileras, conformando un cuadrado, con un distanciamiento entre hiladas de 5.00 a 3.00m; combinando hiladas de diferentes especies. (Ver Figura 3-6).

**Figura 3-6 – Método de Siembra al Cuadrado**



*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

**Especies**

La compensación total de árboles, se detalla en la Tabla 3-18, indicando, especies, distanciamiento y número de individuos.

<b>Tabla 3-18 – Cuadro de árboles</b>			
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Distanciamiento</b>	<b>Cantidad</b>
“anona poshte”	Annona cherimola	3.00	42.00
“coco”	Cocus nucifera	3.00	42.00
“limón persa”	Citrus latifolia	3.00	42.00
“limón indio”	Citrus aurantifolia	3.00	42.00
“mandarina”	Citrus reticulata	3.00	42.00
“marañón”	Anacardium occidentale	3.00	42.00
“naranja valencia”	Citrus sinensis var. Valencia	3.00	42.00
“naranja victoriana”	Citrus sinensis var. Tehuacan	3.00	42.00
“morro”	Crescentia alata	3.00	42.00
“madrecacao”	Gliricida sepium	3.00	42.00
“naranja”	Citrus sinensis	3.00	42.00
“achiote”	Bixa Orellana	3.00	42.00
“casco de cabro”	Bauhinla purpurea	3.00	42.00
<b>TOTAL DE ÁRBOLES</b>			<b>546.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

Monto estimado de la Medida Ambiental

El detalle de los costos de la medida de compensación asociados a la siembra en el sitio, se presenta en la Tabla 3-19.

<b>Tabla 3-19 – Costo de compensación para 1,781 árboles</b>				
<b>PARTIDA</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
Costo por arbol	546	unidad	\$ 2.50	\$1,365.00
Costo por arbusto		unidad	\$ 1.00	
Costo por árbol	546			
trazo y estaquillado a nivel de campo	0.36	día	\$250.00	\$90.97
Transporte, viaje con 200 plantas	2.73	viaje	\$ 50.00	\$136.50
PLANTACIÓN				-
Ahoyado 0.40x0.40x0.40	35.82	m <sup>3</sup>	\$ 1.50	\$89.54
Abonado, con 1 onz de abono por planta	0.34	qq	\$ 15.33	\$5.23
Mano de obra, con 20 plantas por día	27.30	día	\$ 4.00	\$131.31
HERRAMIENTAS				
Piochas	1.39	c/u	\$ 15.00	\$20.84

**Tabla 3-19 – Costo de compensación para 1,781 árboles**

PARTIDA	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
palas dúplex	1.39	c/u	\$ 25.00	\$34.73
MANTENIMIENTO				
Personal de mantenimiento, remoción de malezas, resiembra de plantas que se pierden o dañan, control de plagas y enfermedades	546	árboles	\$ 1.82	\$2,653.56
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				\$4,527.69
COSTOS INDIRECTOS				
Gastos de administración			12%	\$543.32
Asistencia técnica y seguimiento en campo			25%	\$1,131.92
Imprevistos			10%	\$452.77
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				\$2,128.01
TOTAL DE SIEMBRA + MANTENIMIENTO				\$6,655.70

Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

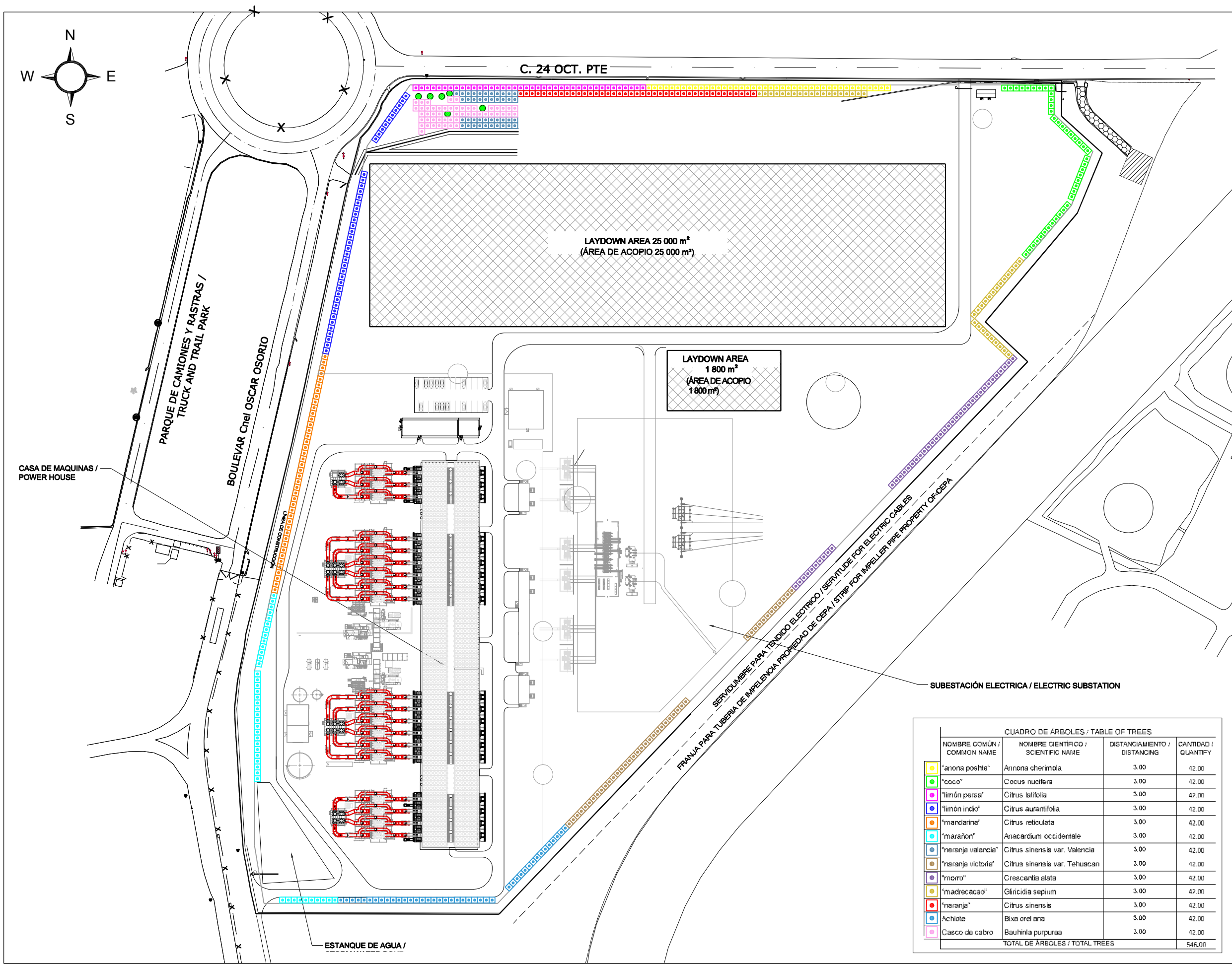
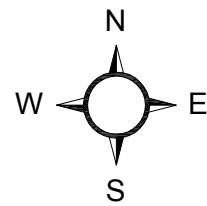
Para la compensación por plantación: Revegetación en terrenos del Proyecto: 546. Como se muestra en la Figura 3-7 (Ver plano en Apéndice 3A)

#### *3.2.11.2 Donación FIAES por perdida infiltración y tala*

FIAES es una organización sin fines de lucro que cataliza recursos de los gobiernos, sociedad civil y sector privado proyectos de conservación de medio ambiente. Desde 1993, FIAES apoya la conservación de ecosistemas como bosques, humedales, áreas costeras, cuencas y agroecosistema, como el área de conservación de Los Cóbano, El imposible-Barra de Santiago, Reserva de la Biosfera Apaneca-Illamatepec, entre otros.

Compensación por: Tala 4,474 árboles (5,220 mentos 546 a plantar en el terreno), Perdida infiltración 1,775 árboles, Por uso de agua: 13,792 árboles, Total: 20,241 árboles



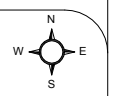
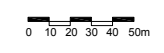
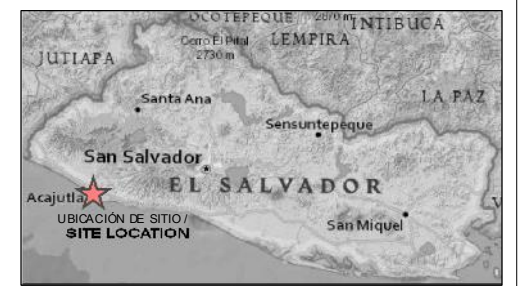


# Energía del Pacífico

**ENERGÍA DEL PACÍFICO**  
LNG TO POWER PROJECT

**ARBORIZACIÓN EN EL PROYECTO /**  
**TREE PLANTING IN THE PROJECT**

APÉNDICE 3A



FUENTE / SOURCE:  
PLANOS WARTSILA / WARTSILA SITE PLAN

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :  
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE  
C:/ECO.DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS  
C:/ECO.DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 29/01/2018



CUADRO DE ÁRBOLES / TABLE OF TREES			
NOMBRE COMÚN / COMMON NAME	NOMBRE CIENTÍFICO / SCIENTIFIC NAME	DISTANCIAMIENTO / DISTANCING	CANTIDAD / QUANTIFY
■ anóna poshte	Annona cherimola	3.00	42.00
■ coco	Cocos nucifera	3.00	42.00
■ limón persa	Citrus latifolia	3.00	42.00
■ limón indio	Citrus aurantifolia	3.00	42.00
■ mandarina	Citrus reticulata	3.00	42.00
■ marañón	Anacardium occidentale	3.00	42.00
■ naranja valencia	Citrus sinensis var. Valencia	3.00	42.00
■ naranja victoria	Citrus sinensis var. Tehuacan	3.00	42.00
■ morro	Crescentia alata	3.00	42.00
■ madrecaao	Glinicidia sepium	3.00	42.00
■ naranja	Citrus sinensis	3.00	42.00
■ Achote	Bixa orellana	3.00	42.00
■ Casco de cabro	Bauhinia purpurea	3.00	42.00
TOTAL DE ÁRBOLES / TOTAL TREES			546.00

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

El cálculo es el siguiente, para 6,449 árboles, a distanciamiento 5x5m, 625 árboles por hectárea equivale a 10.32 Ha. En la Tabla 3-20 se presentan los costos totales, asociados a plantación y mantenimiento por tres años.

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	(\$USD/Ha)	Costo total (\$USD)
Costos de plantación	10.32	Ha	\$2,071.90	\$21,378.69
Costos de mantenimiento (3 años)	10.32	Ha	\$1,139.50	\$11,757.82
<b>Total de costos directos</b>				<b>\$33,136.51</b>
Gastos de administración			12%	\$3,976.38
Asistencia técnica			25%	\$8,284.13
Imprevistos			10%	\$3,313.65
<b>Total de costos indirectos</b>				<b>\$15,574.16</b>
<b>Total</b>				<b>\$48,710.67</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.2.11.3 Donación FIAES por uso de agua de pozo

Para La compensación por uso de agua, además de los costos de plantación se incluyen los costos de mantenimiento por los 20 años de operación del proyecto. Como se presentó en Tabla 3-16 la compensación fue estimada en 34.48 Ha. El estimado de costos se presenta en la Tabla 3-21.

Partida	(\$USD/Ha)	Costo total (\$USD)
Costos de plantación	\$2,071.90	\$71,435.25
Costos de mantenimiento (3 años)	\$1,139.50	\$39,287.83
<b>Total de costos directos</b>		<b>\$110,723.08</b>
Costos indirectos		
Gastos de administración	12%	\$13,286.77
Asistencia técnica	25%	\$27,680.77
Imprevistos	10%	\$11,072.31
<b>Total de costos indirectos</b>		<b>\$52,039.85</b>
<b>Total de siembra y mantenimiento 3 años</b>		<b>\$162,762.93</b>
<b>Compensación para período 4-20 años</b>	\$20,199.74	<b>\$696,449.34</b>
<b>Costo total</b>		<b>\$859,212.27</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.

Los costos por plantación y mantenimiento por tres años ascienden a **\$162,762.93**, estos se incluyen como costos asociados a la etapa de construcción. El costo de mantenimiento para el periodo comprendido entre los años 4 al 20 se incluyen como parte de las medidas para la etapa de funcionamiento.

En la Tabla 3-22 se presenta el resumen de costos de la etapa de construcción

<b>Tabla 3-22 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Reforestación y Apoyo a Fondo de Iniciativa para las Américas</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Árboles en terreno del Proyecto Siembra + mantenimiento por 3 años (546 árboles)	1	c/u	\$6,655.70	1.00	\$6,655.70
Fondo de Iniciativa para las Américas. Tala + pérdida Infiltración. Siembra + mantenimiento por 3 años (10.32 Ha)	1	c/u	\$48,842.11	1.00	\$48,842.11
Fondo de Iniciativa para las Américas. Uso de agua del pozo. (34.48 Ha)	1	c/u	\$162,762.93	1.00	\$162,762.93
				<b>TOTAL</b>	<b>\$218,260.74</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

El costo de las partidas a entregar a FIAES, no se retoma en el resumen del Programa de Manejo Ambiental, en cuanto en el marco del Convenio EDP – FIAES, se formalizarán las garantías que respalden el cumplimiento de la medida ambiental.

### 3.2.12 Medidas durante perforación HDD

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

El material utilizado para HDD se pasará a través de un sistema de reciclaje para separar el agua-arcilla y los materiales de sedimentos, para reutilizar el agua. El sistema se describe a continuación.

La mitigación adicional que se implementará durante la actividad de HDD incluye lo siguiente:

- La mezcla del fluido de perforación será apropiada para usar cerca de la vida acuática.
- Fluido de perforación para ser muestreado y analizado en busca de contaminantes antes de la eliminación en el sitio o fuera del sitio; El material puede ser eliminado en un relleno sanitario o dentro de la propiedad.
- Desarrollar y seguir un plan de contención y contingencia para la liberación involuntaria, en caso de que se identifique o sospeche una liberación inadvertida de fluido de perforación a la superficie del suelo o un cuerpo de agua;

- El contratista controlará el volumen, la presión y los parámetros del fluido de perforación para detectar cualquier pérdida durante las operaciones de perforación. La tasa de bombeo del fluido de perforación y la tasa de retorno del fluido de perforación a la superficie serán monitoreados constantemente por el Contratista;
- En caso de una liberación inadvertida de fluido de perforación, el Contratista deberá consultar el Plan de Contingencia de Flujo de Perforación Inapropiado, cesar temporalmente las operaciones de perforación y notificar al Gerente de Construcción y al Gerente Ambiental inmediatamente; y
- Se mantendrán camiones de Hydrovac en el sitio durante las operaciones de perforación.

### *3.2.12.1 Sistema de reciclaje de fluido de perforación*

El contratista de HDD utilizará un sistema de reciclaje para eliminar el material extraído (sedimentos) del fluido de perforación. Este sistema se compone típicamente de tres (3) componentes distintos: pantallas vibratorias, desarenadores y sedimentadores, que eliminan progresivamente el sedimento de acuerdo con su tamaño de grano. La especificación de un sistema de reciclaje representativo se proporciona a continuación, junto con diagramas de ejemplos (Figura 3-8 y Figura 3-9).

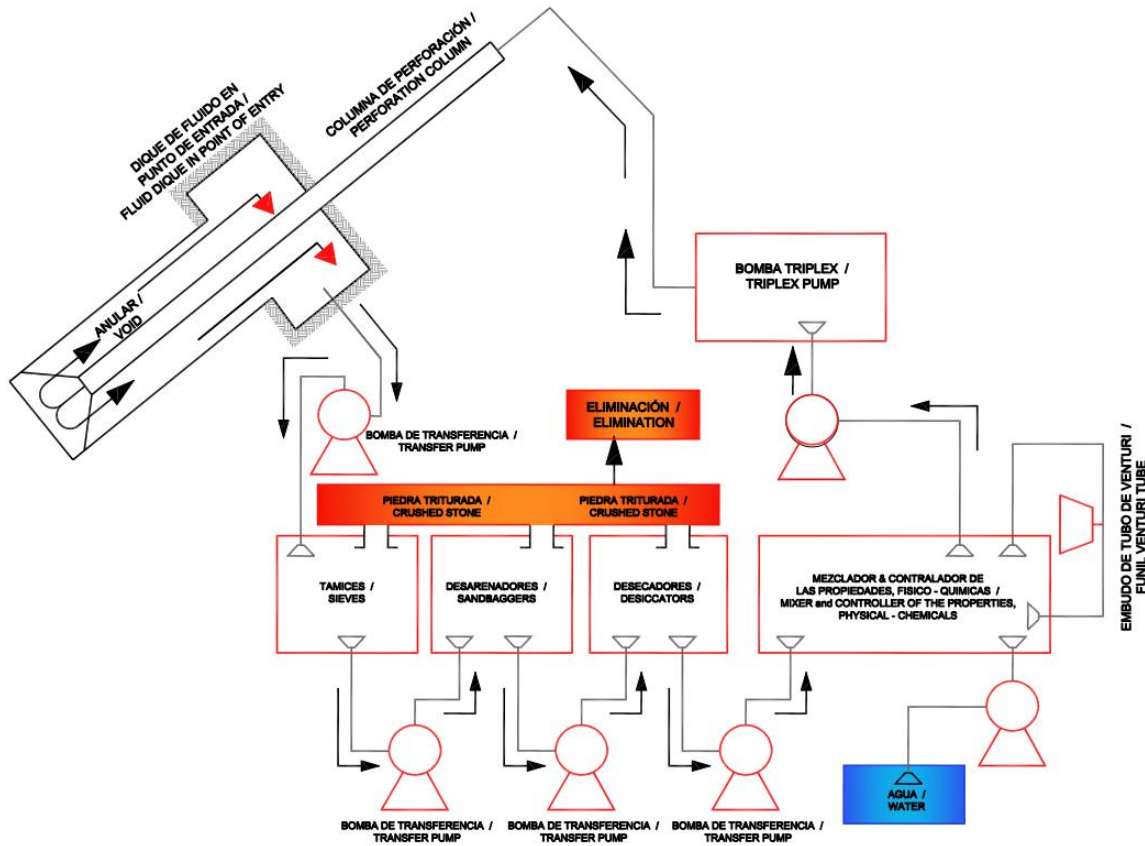
**Figura 3-8 - Sistema de Reciclaje- Copyright © DERRICK**



*Fuente: Acajutla LNG Import, Tender Method Statement (HDD), Conduto/DrillTec, Noviembre 2017.*



**Figura 3-9- Esquema de Sistema de Recirculación de Fluidos**



Fuente: Acajutla LNG Import, Tender Method Statement (HDD), Conduto/DrillTec, Noviembre 2017.

Ubicación de la Medida Ambiental

Recorrido de tubería en lecho marino y sitio de acopio temporal.

Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-23 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Prevención de Interacción Con Fauna</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Plan de Prevención	1.00	c/u	\$1,000.00	1.00	\$ 1,000.00
Tanque de reciclaje	1.00	c/u	\$18,000.00	1.00	\$18,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 19,000.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.2.13 Prevención de Interacción Con Fauna

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

Para evitar la atracción de fauna al sitio, todos los desechos a generarse. Se incluye la descripción de cada tipo de desecho a generarse y la propuesta de manejo para cada uno de esos.

#### *Disposición de desechos y residuos*

Se tendrán desechos de la construcción de las obras, consistentes en ripio de la construcción, cartón de las bolsas de cemento, piezas de acero de refuerzo, tubos PVC, entre otros. Estos desechos y residuos deberán separarse y manejarse adecuadamente.

El manejo recomendado para los desechos y residuos que se produzcan en la etapa de construcción y preparación de sitio, se resume en la **Tabla 3-24**.

<b>Tabla 3-24 – Desechos y Residuos a Generarse en la Etapa de Construcción</b>			
Desecho/Residuo	Origen	Manejo	Disposición
Combustible o aceite usado	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósito de aceite reciclable.	Venta para ser empleado como combustible.
Material absorbente usado (wipes, aserrín).	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósitos o bolsas cerradas, debidamente cerrado y rotulados como “desecho peligroso”	Incineración mediante métodos controlados, en sitios con autorización de la autoridad competente.
Madera o leña	Tala y destronconado	Acopio en un área designada. La leña será troceada y ubicada en pantes.	Venta de la madera o de la leña
Hojas y ramas	De tala y destronconado	Acopio en un sitio designado en cada frente de trabajo	Desalojo a sitio autorizado, será recolectado por la Alcaldía. (ver Apéndice 4E)
Papel.	De oficina y embalaje	Almacenar en un depósito señalizado	Venta para reciclaje
Domésticos (comedor y oficinas).	Alimentos, varios.	Almacenamiento en depósitos cerrados.	Con el tren de aseo, será recolectado por la Alcaldía, (ver Apéndice 4E)
Vidrio	Envases	Almacenamiento en depósito cerrado	Venta para reúso
Plásticos	Material de embalaje	Almacenamiento en depósito cerrado	Venta para reciclaje
Ripio de construcción	De la propia construcción	Almacenamiento	Llevado a un botadero de ripio autorizado.

Desecho/Residuo	Origen	Manejo	Disposición
Piezas de metal	Piezas sobrantes de estructuras de soporte y tuberías metálicas	Almacenamiento	Venta como chatarra
Material estéril de movimiento de tierras	Movimiento de tierras	Apilado en un área definida del terreno	Desalojo a sitio definido para relleno

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

Desechos peligrosos incluyen: depósitos vacíos, aceite lubricante usado, solventes y otros reagentes, baterías y otros consumibles.

El ripio será llevado a un sitio de disposición apropiado, autorizado por la Alcaldía Municipal y el por el MARN.

Los depósitos a utilizar para los desechos domésticos serán a prueba de fauna y deberán ser vaciados y limpiados regularmente, para evitar la acumulación de los mismos.

Al finalizar la construcción se deberá verificar la remoción de todo tipo de desechos y residuos en el sitio en donde se ubicó el material de construcción.

Como monitoreo se llevará un registro de la cantidad de desechos y residuos generada, por tipo de residuo o desecho, de los recibos de transporte y entrega de los desechos y/o residuos, y un registro fotográfico del sitio de almacenamiento, al menos una vez al mes.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Sitios de acopio temporal, Plantel del Proyecto y frentes de trabajo dentro del terreno.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Basureros plásticos	60.00	c/u	\$40.00	1.00	\$ 2,400.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,400.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*



### 3.2.14 Plan de Iluminación de Construcción en el mar

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

Establecer un plan de manejo de la Iluminación, para trabajos en el mar, específicamente la instalación del RCM y tubería, para no afectar la fauna marina. El plan consiste en:

- Reducir la iluminación en horas nocturnas en zonas no esenciales, particularmente durante períodos críticos del ciclo de vida de la fauna, como por ejemplo durante la anidación de tortugas;
- Utilizar pantallas para dirigir la iluminación a las zonas de trabajo; y,
- Dirigir toda la iluminación a las zonas de trabajo y no iluminar directamente el agua, excepto por observaciones periódicas de seguridad.
- Montaje de luces bajas donde sea posible;
- Uso de protección sobre las luces, para reducir la cantidad de resplandor, así como reducir la luz visible a los animales, para que exista una menor oportunidad de que ellos puedan quedar atrapados, repelerlos, o que sus patrones de día/noche sean alterados;
- La Instalación de luces de longitud de onda larga (por ejemplo, ámbar y rojo) hace que la luz que es visible parezca menos intensa para animales nocturnos (Estado de Florida 2014).

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Terminal Marítima y muelle temporal

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-26 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Plan de Iluminación de la Construcción en el mar</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Plan de iluminación	1.00	s.g.	\$1,000.00	1.00	\$ 1,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,000.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

---

<sup>1</sup> State of Florida. 2014. "Wildlife Lighting - About Light Pollution" Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. Online: <http://myfwc.com/conservation/you-serve/lighting/pollution/>

### 3.2.15 Medidas para Reducir la Turbidez y Biomonitorio de Ostras

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

Detener temporalmente o reducir la actividad de excavación de zanca para tubería en lecho marino si se detectan criterios de turbidez a través de la supervisión para exceder los límites aplicables.

El monitoreo se realizará utilizando un turbidímetro portátil in situ, y se realizará a diario, al menos 4 horas después de iniciar las actividades de excavación de zanja y dos horas después, para verificar los niveles. Con los datos se realizará un estimado de los niveles promedio semanal y mensual, a ser comparados con la norma de referencia.

Norma a utilizar para control de suspensión de sedimentos: US EPA, ESTÁNDAR POR ESTADO.

Norma de California, es el mismo océano y han desarrollado proyectos portuarios que se encuentran activos. La norma establece niveles de 75 NTU, promedio de 30 días y 100 NTU promedio de 100 días. Para verificar el impacto por arrastre de sedimentos, se realizará biomonitorio en ostras, cuando se realicen las actividades de excavación de zanja para instalación de tubería subterránea. Se propone un monitoreo al inicio, para establecer la línea base, un monitoreo al iniciar actividades de construcción, a mediados de su ejecución, y al finalizar.

Se realizarán biomonitorio en ostras siguiendo los siguientes pasos:

1. Identificación de las áreas de concentración de ostras que son fuente de recolección.
2. Preparación y esterilización de envases de vidrio para depósito de las muestras.
3. Selección de 4 muestras de diferentes sitios de 400 gramos cada una.
4. Almacenamiento en recipientes y en condiciones de refrigeración para transporte.
5. Entrega de las muestras en laboratorio para análisis.
6. Procesamiento de muestras y obtención de resultados (aproximadamente 15 días)
7. Se establecerá la línea base antes de iniciar, donde se tendrán los parámetros con que se encuentran a la fecha, y estos mismos parámetros se revisarán los muestreos posteriores para verificar si hay incremento en la contaminación.
8. Si hay Incrementos significativos, se va modificar el método constructivo, u otros métodos para reducir el incremento de sedimentos en el suelo.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Puntos M1 y M3 de muestreo realizado, M1 en coordenadas 13°35'3.10"N y 89°50'42.35"O y M3 en coordenadas 13°35'1.49"N y 89°50'42.19"O. Ver Tabla 3-27.

No	Fecha	Muestra	Coordenada	
			Latitud	Longitud
1	17/08/2016	M01	13°34'50.59	89°50'10.80
23	24/08/2016	M03	13°35'28.37	89°51'3.10

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

Biomonitoreo en zona identificada como bancos de ostras en el lugar denominado como La Pedrera.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Medición de Turbidez	60	Unidad	\$55.00	1.00	\$3,300.00
Biomonitoreo de ostras	20	muestras	\$ 150.00	1.00	\$ 3,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6,600.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

### 3.2.16 Plan de Gestión Ambiental y Social

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

En adición de las precauciones estándar para control del acceso a personal no autorizado. Se debe establecer durante toda la ejecución del Proyecto un plan de comunicaciones, a ser desempeñado por la oficina de gestión social y ambiental del Proyecto.

#### *Objetivos*

Esta medida persigue los siguientes objetivos:

- Brindar información a la población local y a la ciudadanía en general los avances, virtudes y beneficios de la construcción;
- Evitar en lo posible especulaciones y rumores colectivos para prevenir conflictos sociales y ambientales;
- Notificar con tiempo de anticipación a los posibles afectados del desarrollo del Proyecto;
- Prevenir conflictos sociales y mantener una buena relación con los vecinos del Proyecto;
- Prevenir molestias a la población que reside en zonas inmediatas al área del Proyecto; y
- Atender a la población que sea afectada de alguna forma durante la construcción.

### *Recursos*

La oficina contará con el siguiente personal, como mínimo:

1. Especialista Social: Será el responsable de toda la gestión social del Proyecto. El perfil requerido para el encargado de la gestión social es el siguiente:
  - Graduado de Licenciatura en Trabajo Social, Sociología o Antropología;
  - Experiencia en mediación de conflictos y procesos de participación ciudadana; y
  - Experiencia en promoción social de proyectos de desarrollo comunal.
2. Especialista Ambiental: será el responsable de verificar la correcta implementación del plan de manejo ambiental del Proyecto. El perfil requerido es el siguiente:
  - Graduado de Ingeniería civil o similar, con especialización en medio ambiente;
  - Experiencia en implementación de medidas ambientales en proyectos similares; y,
  - Experiencia en evaluaciones de impacto ambiental o auditorías ambientales.

### *Funciones de la oficina y su personal*

- Atender consultas y quejas de la población y dar respuesta o coordinar una respuesta a las mismas;
- Verificar que se ejecute el PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL, de acuerdo a lo planificado. Llevar registro y elaborar un informe anual, el cual se tendrá disponible cuando el MARN realice las auditorías ambientales;
- Coordinar la gestión ambiental del Proyecto relacionada a actividades fuera de la propiedad;
- Realizar reuniones informativas. En estas reuniones se deben incluir a los líderes comunales, representantes de las principales instituciones y de la municipalidad que corresponda. Al menos semestralmente;
- Realizar charlas a los trabajadores relacionados con la protección ambiental, respeto a costumbres y valores, mensualmente, a diferentes grupos de 50 personas;
- Organizar las campañas de prevención de efectos en la salud;
- Realizar las campañas de comunicación del Proyecto; y
- Preparar documentación informativa escrita del Proyecto, en zonas aledañas, municipalidad, escuelas.

Se deberá considerar la instalación de 2 avisos visible a los transeúntes y automovilistas, sobre la ubicación de la Oficina de Gestión Social, en los tapiales del Proyecto.

### *Características mínimas para su funcionamiento*

Deberá contar con al menos tres escritorios, teléfono, una computadora y espacio para pequeñas reuniones de al menos cinco personas, para atender a pequeños grupos que la visiten.

### *Ubicación*

La oficina será instalada en la Ciudad de Acajutla.

### *Período de funcionamiento de la oficina*

La oficina será instalada antes de iniciar el proceso constructivo y su retiro será al finalizar la construcción.

### *Lineamientos para la Etapa Constructiva*

Las responsabilidades que adquiera la empresa constructora en materia de gestión social de un proyecto conlleva, el dar fiel cumplimiento a lo establecido dentro de las condiciones técnicas y del contrato que se suscriba, dichas responsabilidades se enmarcan en función de ejecutar las siguientes actividades y/o acciones:

- a. El formular un plan de trabajo operativo, para lo cual tomará como base el Programa de Gestión Social, lo que requerirá de una actualización del mismo si fuese necesario, dado a que el período de tiempo entre el estudio y la ejecución del Proyecto puede ser amplio, y la existencia de cambios en el entorno del mismo.
- b. Incorporar al encargado de la gestión social en las reuniones mensuales de seguimiento.
- c. Elaborar informes mensuales de seguimiento y un informe final, dentro del cual se refleje el cumplimiento de las medidas y los procesos implementados para ello, dichos documentos deberán contar con sus respectivos respaldos.
- d. Informar y comunicar a las comunidades sobre el Proyecto, impactos y medidas de compensación propuestas.
- e. Identificar posibles fuentes de recursos locales para cooperar en la implementación de medidas de mitigación y notificar al titular del Proyecto a fin de que este evalúe la idoneidad de las fuentes e inicie las gestiones pertinentes para formalizar la cooperación.
- f. Documentar debidamente (fotografías, registro de participantes y visitas, informes, ayudas memoria, etc.) las actividades implementadas y/o a las cuales se les ha dado seguimiento.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Municipio de Acajutla

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-29 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Plan de Gestión Ambiental y Social</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Especialista social	1.00	persona	\$800.00	33.00	\$ 26,400.00
Especialista ambiental	1.00	persona	\$800.00	33.00	\$ 26,400.00
Local y materiales	1.00	s.g.	\$950.00	33.00	\$ 31,350.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 84,150.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### 3.2.17 Seguridad en Mar Abierto

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

En coordinación con CEPA y la Autoridad Marítima Portuaria se establecerá un plan de seguridad durante la construcción, que incluirá como mínimo:

- Una zona de exclusión de forma irregular de color magenta que se presenta en la Figura 1.38 alrededor de FSRU y zonas de tubería, además de zonas para movimiento de embarcaciones. Esta zona ha sido analizada y aprobada preliminarmente por el personal operacional de CEPA. Esta zona de exclusión se aplica a todos los buques, incluido el tráfico comercial portuario. El Proyecto formalizará este espacio de exclusión con la Autoridad Marítima Portuaria con la concurrencia de CEPA.
- Se establecerá una zona de concesión de seguridad adicional (mostrada en Figura 1.37) con un radio de 500 m, aplicable a buques de terminales marítimos que no sean CEPA, CENERGICA, ALBA, RASA o EDP.
- Señalización en la ubicación más cercana de la tubería de CENERGICA (a 60 m en su parte más cercana), Se tendrá cuidado especial en la instalación de anclas en las inmediaciones de la tubería de cenergica, y solo se realizará la instalación cuando la tubería no esté en operación de descarga.
- Refuerzo a los patrullajes y medidas de seguridad de CEPA;
- Comunicación con pescadores y otras personas que utilizan botes en el área; y
- Coordinar actividades con CEPA.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Zona de instalación de RCM y Tubería.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-30 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Seguridad en Mar Abierto</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Elaboración del plan en coordinación con personal de CEPA	1.00	s.g.	\$2,000.00	1.00	\$ 2,000.00
Materiales	1.00	s.g.	\$3,500.00	1.00	\$ 3,500.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5,500.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### 3.2.18 Plan de Tráfico

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

Se elaborará un plan de manejo de tráfico, durante la construcción, para coordinar el ingreso de materiales, mano de obra y equipos al sitio del Proyecto. El plan incluirá como mínimo:

- Uso de vehículos de transporte colectivo a proveer por la empresa, para reducir el efecto en el transporte colectivo de la ciudad;
- Especificar rutas designadas;
- No se permitirá el paso de vehículos pesados por las calles de la ciudad;
- Entrenamiento a conductores sobre el plan de manejo de tráfico además de buenas prácticas de manejo;
- Anunciar y programar, si es necesario, cierres de la calle de ingreso, para el movimiento de los equipos más pesados: motores, generadores, etc.;
- Señalización apropiada y controladores de tráfico; y
- Informar a la municipalidad, comunidades y escuelas locales el plan de tráfico y potenciales peligros u afectación.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Área de influencia del Proyecto

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Señalización	1.00	s.g.	\$500.00	1.00	\$ 500.00
Capacitación a conductores	30.00	personas	\$4.00	11.00	\$ 1,320.00
				TOTAL	\$ 1,820.00

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.2.19 Empleo de Trabajadores Locales

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

Para garantizar que se utilice lo más posible de mano de obra local, se contratará una persona encargada de recursos humanos, que operará en la oficina de comunicaciones del Proyecto, para asistir y coordinar con los constructores de los diferentes elementos del Proyecto la identificación de



trabajadores locales. La mano de obra no calificada deberá ser mano de obra del municipio de Acajutla, en la medida de lo posible. Se realizará publicidad para informar a la población la asistencia de personal en la oficina de comunicaciones del Proyecto. No se recibirán solicitudes de trabajo en el acceso principal del sitio del Proyecto.

La medida incluye:

- Encargado de recursos humanos; y,
- Material publicitario.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Oficina de comunicaciones del Proyecto y acceso al Proyecto.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-32 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Empleo de Trabajadores Locales</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Encargado de recursos humanos	1.00	persona	\$800.00	30.00	\$ 24,000.00
Material publicitario	1.00	s.g.	\$1,500.00	1.00	\$ 1,500.00
				TOTAL	\$ 25,500.00

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### **3.2.20 Prevención de Tiendas Informales Alrededor del Sitio**

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

Dentro del Proyecto se tendrá espacio para la alimentación del personal de construcción, sin embargo, para evitar la proliferación de ventas informales de alimentos en la entrada del Proyecto que obstaculicen al paso de vehículos al Proyecto y al puerto, se tomarán las siguientes medidas:

1. Se concientizará a los trabajadores, mediante charlas, hojas volantes, que no compren alimentos en las ventas informales;
2. Se instalarán cinco rótulos en las vallas perimetrales del Proyecto prohibiendo la instalación de ventas ambulantes o informales; y
3. Al instalarse negocios informales se coordinará con la Alcaldía Municipal para su posible retiro de la zona.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Entrada del Proyecto y valla de protección

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-33 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Prevención de Tiendas Informales Alrededor del Sitio</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Señales	5.00	m	\$40.00	1.00	\$ 200.00
Charlas a empleados	1.00	s.g.	\$500.00	1.00	\$ 500.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 700.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.2.21 Barrera de Seguridad de Tubería**

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

Se instalará una barrera que bloquee y brinde seguridad, entre el sitio de construcción de la tubería y las zonas verdes recreativas de CEPA y viviendas de empleados, también de CEPA. La barrera será temporal. Estará ubicada en todo el costado sur del sitio de construcción de la tubería.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Costado sur de sitio de construcción de tubería.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-34 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Barrera de Ruido y Seguridad de Tubería</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Barrera de protección	401.00	m	\$22.00	1.00	\$ 8,822.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 8,822.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

### 3.2.22 Compensación a Pescadores

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida de Pescadores

Como medida de compensación por los efectos en la reducción de zonas de pesca, se han propuesto las siguientes medidas ambientales, las cuales fueron identificadas en el proceso de consulta pública del Proyecto:

#### *Pescadores de las cooperativas y pescadores independientes en general:*

Para beneficio de los pescadores de ambas cooperativas y pescadores independientes en general:

1. Sustitución de winche dañado; y,
2. La instalación de dispositivos agregadores de peces (FAD por sus siglas en inglés) en las proximidades del muelle artesanal - Un FAD es un objeto que se utiliza para atraer a los peces. Por lo general, consisten en boyas o flotadores atados al fondo del océano con bloques de hormigón. Más de 300 especies de peces se reúnen alrededor de los FAD plantados.
3. Instalación de arrecifes artificiales. La medida contempla la rehabilitación de los ecosistemas costero marinos por medio de arrecifes artificiales los cuales constituyen una eficiente herramienta de ordenamiento y protección no solo de las ostras sino de variedad de especies. La implementación del Arrecife artificial promoverá el orden y sostenibilidad del recurso y se dirigirá a las comunidades beneficiadas las cuales deberán comprometerse con los lineamientos de mantenimiento adecuado de los arrecifes.

En el apéndice 10C se presentan perfiles de estos proyectos, listado de pescadores y análisis de los posibles impactos que pudiesen tener algunos de los elementos a instalar.

Estas medidas se consideran equitativa, en que todos los pescadores se beneficiarían por igual, y que estos proyectos pueden ser implementados de manera efectiva antes del inicio de la construcción.

#### *Pescadores ostreros y tuberos*

Además del beneficio del FAD Para compensar aún más tanto los pescadores de ostras y tuberos, por la pérdida de sitios de pesca, EDP proporcionará estos pescadores con una opción para recibir apoyo y capacitación a permanecer en el pescador, o para hacer un cambio a una forma alternativa de sustento.

El apoyo consistirá en lo siguiente:

1. Los que deseen permanecer en la opción de pesca
  - a. Participar en la construcción de sí mismos un bote de remos para reemplazar los "Tubos";
  - b. Recibir capacitación incluyendo la seguridad, la comercialización de pescado y la seguridad alimentaria; y,

- c. Recibir materiales y equipos mejorados para pesca.
2. Deje la opción de Pesca
- a. Recibir apoyo a la formación en una línea alternativa de habilidades de trabajo / empleo; y
  - b. Elegible para la orientación en curso relacionadas con la búsqueda de un puesto de trabajo.

Se espera que cualquier opción de estas proporcione oportunidades para los pescadores afectados para mejorar sus medios de vida en comparación con la situación existente.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Zona de costa frente a la Ciudad de Acajutla. Ver Figura 3.10.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-35 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Compensación a Pescadores</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Compra de winche para muelle artesanal	1.00	unidad	\$1,500.00	1.00	\$ 1,500.00
Dispositivo agregador de peces y complementos	15	U	\$1,000.00	1.00	\$ 15,000.00
Arrecifes artificiales para Ostreros	1.00	s.g.	\$10,650.90	1.0	\$ 10,650.90
Apoyo a "Tuberos" y Ostreros Locales	57.00	personas	\$500.00	1.00	\$ 28,500.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$55,650.90</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.2.23 Construcción de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales**

Tipo de medida: Preventiva

#### Descripción de la medida ambiental

Con esta medida se busca realizar un tratamiento de las aguas residuales provenientes de los empleados, cafetería y limpieza para cumplir con la norma de calidad de agua residual descargada a un cuerpo receptor. El efluente tratado será descargado a la canaleta de drenaje de CEPA en la esquina surponiente del terreno. Los lodos de la planta de tratamiento de agua residual doméstica serán secados al sol y utilizados como abono en las zonas verdes de la planta o retirados por una empresa autorizada.

Se instalará un sistema de proceso SBR "Reactor de Carga en Secuencia" (Sequencing Batch Reactor) por sus siglas en inglés. Este proceso está dividido en las siguientes etapas:

Durante la fase inicial de carga (Amortiguado y almacenamiento de lodos) los sólidos (lodos) se asientan y el agua escurrente de la capa superior es trasladada a la segunda fase del tratamiento (El bioreactor).

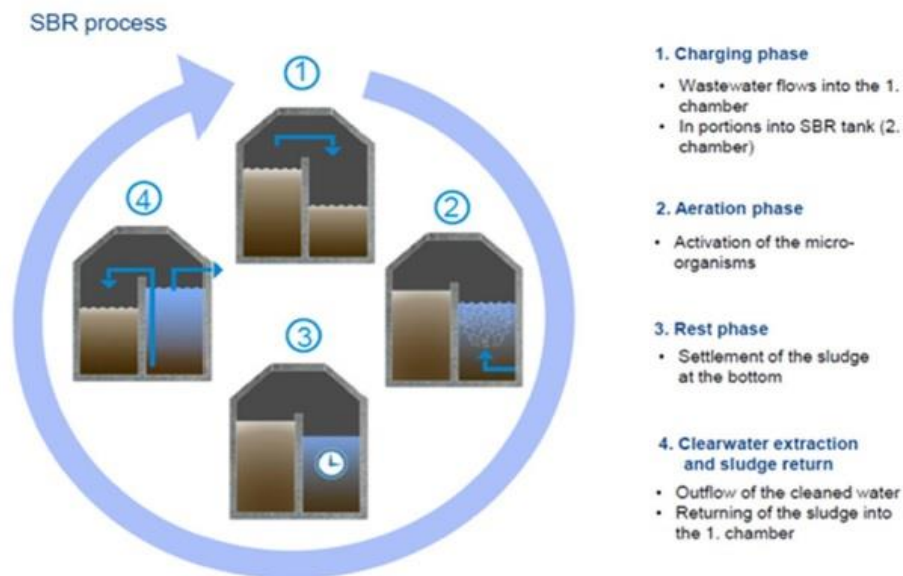
El agua escurrente es aireada dentro del bioreactor con finas burbujas de oxígeno y esto hace que los microorganismos que consumen los nutrientes se incrementen. Esto puede verse en la fase de aireado.

Después del aireado, el cual dura relativamente largo tiempo, sigue una fase de descanso dentro del bioreactor. Durante esta fase el agua descansa completamente y el resto del lodo escurrente se asienta en el fondo del tanque y es creada una zona de agua clara.

El agua clara es extraída para desinfección con luz Ultravioleta, la cual mata la bacteria E. coli. El lodo asentado regresa desde el bioreactor al “Amortiguado y almacenamiento de lodos”. Después de esto comienza el ciclo de nuevo desde el principio.

La siguiente Figura 3-10 muestra las diferentes fases del proceso SBR. En la aplicación propuesta el funcionamiento es el mismo, pero pueden ser diferentes tanques o cámaras.

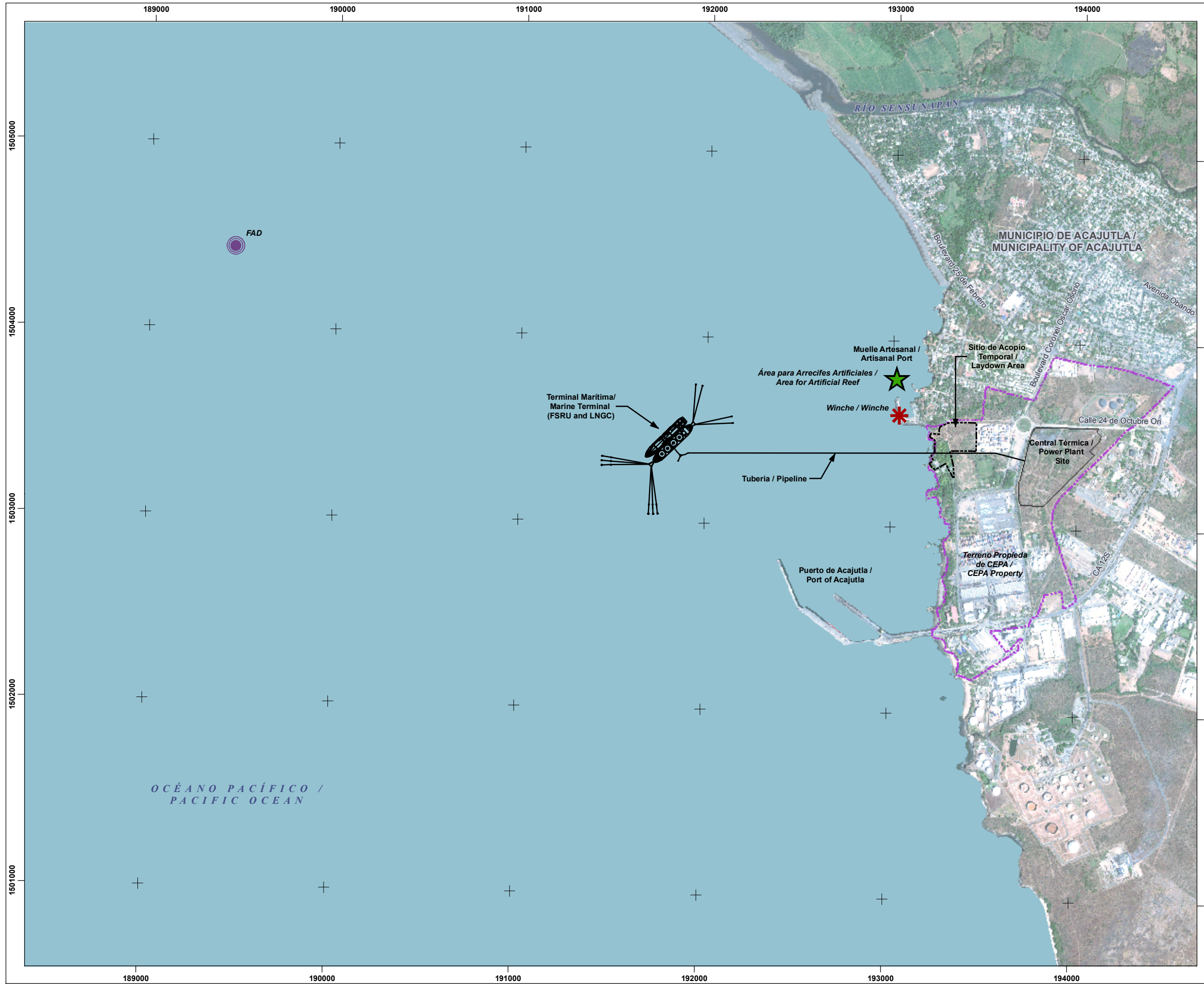
**Figura 3-10 – Esquema del Sistema de Tratamiento en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**



**Figure 1 The different stages of the SBR process.**

*Fuente: Wärtsilä, 2016*





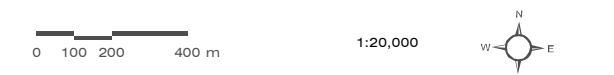
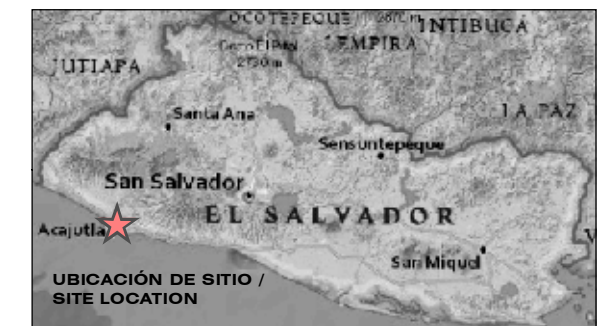
**ENERGÍA DEL PACÍFICO**

LNG TO POWER PROJECT

**MEDIDAS DE COMPENSACIÓN A PESCADORES/ FISHERMEN  
COMPENSATION MEASURES**

FIGURA 3.11 / FIGURE 3.11

- FAD
- WINCHE UBICACIÓN / WINCHE LOCATION
- ÁREA PARA ARRECIFES ARTIFICIALES / AREA FOR ARTIFICIAL REEF
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDAD DE CEPA / CEPA PROPERTY



FUENTE / REFERENCE  
VISIÓN DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /  
WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE:  
I:\GIS\163489 Acajutla\GIS\MXD\Reporting - 2016\10-9 - Compensation to Fisheries REV.mxd

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 2/7/2018



El monitoreo y seguimiento de la planta se presenta en el apartado 10.1.24. El agua a descargar cumplirá con lo establecido en la Norma de "AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR".

El FSRU dispondrá de una unidad de tratamiento de aguas residuales adecuada para la tripulación con 14 días de almacenamiento de aguas residuales., según la especificación MARPOL Anexo IV, (Resolución del Comité de Protección del Medio Marino 159 (55)) y cumplirán con los requisitos locales de descarga de El Salvador.

#### *Monitoreo y seguimiento*

Realizar la caracterización fisicoquímica de los vertidos líquidos con su correspondiente medición de caudal, a fin de dimensionar los tratamientos de reducción de los niveles de: DQO, DBO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos y grasas y aceites.

La Norma de "AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR" establece la siguiente frecuencia de monitoreo para el agua residual de tipo ordinario. Para el caso de la planta aplica el de menos de 10 m<sup>3</sup> por día (Ver Tabla 3-36).

<b>Tabla 3-36 – Parámetros y Frecuencia de Muestreo</b>			
<b>Características</b>	<b>Caudal m<sup>3</sup> / día</b>		
	<b>&lt; 10</b>	<b>10 a 100</b>	<b>&gt; 100</b>
Temperatura, PH, Sólidos Sedimentables y Caudal	Mensual	Semanal	Diario
Otros parámetros obligatorios según norma	Anual	Semestral	Trimestral

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

Para descargas menores o iguales a 5 m<sup>3</sup>/día estarán exentos de presentar informes operacionales; sin embargo, deberán implementar las medidas necesarias para cumplir con los requerimientos de los valores máximos permisibles en esta norma. Por lo que se recomienda llevar el registro correspondiente.

No obstante, las características Temperatura, pH, Sólidos Sedimentables y Caudal, para los efectos dispuestos en este artículo, no requieren ser practicados por un laboratorio acreditado; sin embargo, deberán estar incluidos en el informe operacional.

Se recomienda la adquisición de un medidor de pH, un termómetro, varios conos Imhoff y un medidor de caudal para realizar sus respectivas mediciones mensuales de Temperatura, PH, Sólidos Sedimentables y Caudal.



Al menos una vez al año contratar a un laboratorio certificado para realizar al menos un análisis y hacer la validación de los datos tomados por personal de la planta. (Ver Tabla 3-37)

Parámetro	Unidad	Norma
DBO5	mg/l	60
DQO	mg/l	150
pH	mg/l	5.5-9.0
Aceites y Grasas	mg/l	20
Sólidos Sedimentables	mg/l	1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	60

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

La frecuencia mínima de muestreo y análisis se define según el caudal de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario, que para la planta se estima entre 10.84 a 25.43 m<sup>3</sup> por día; se realizará según se establece a continuación en la Tabla 3-38:

Parámetro	Menor de 50	Entre 50 y 100	Más de 100
PH, Sólidos Sedimentables y Caudal	Mensual	Semanal	Diario
Grasa y aceites	Anual	Semestral	Trimestral
DBO <sub>5,20</sub>	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Sólidos Suspendidos Totales	Anual	Semestral	Trimestral
Coliformes fecales	Trimestral	Trimestral	Trimestral

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

Los costos de los análisis se detallan en la Tabla 3-39:

Análisis	Costo	Cantidad	Costo total
Demanda bioquímica de oxígeno	\$29.00	4	\$116.00
Demanda química de oxígeno	\$19.40	4	\$77.60
Potencial de hidrogeno	\$7.80	12	\$93.60
Aceites y grasas	\$19.70	1	\$19.70
Sólidos sedimentables	\$7.80	12	\$93.60
Sólidos suspendidos totales	\$15.50	1	\$15.50
Cloruros	\$11.00	1	\$11.00
Coliformes	\$11.00	1	\$11.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 438.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

El costo total es de \$438.00 por año de monitoreo, por planta de tratamiento.

Los informes operacionales periódicos deberán contener como requisitos mínimos la siguiente información:

- a) Registro de Aforos;
- b) Registro de análisis de laboratorio efectuados por el titular y los efectuados por laboratorios acreditados, según la legislación pertinente;
- c) Registro de daños a la infraestructura, causados por situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y funcionamiento del sistema;
- d) Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y el funcionamiento del sistema que originen descargas de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites permitidos por las normas técnicas respectivas; y
- e) Evaluación del estado actual del sistema, y Acciones correctivas y de control.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Esquina sur-poniente del terreno de la Central Térmica.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Planta tipo paquete	2.00	c/u	\$ 35,000.00	1.00	\$70,000.00
Transporte hasta la planta e impuestos	1.00	c/u	\$ 8,320.00	1.00	\$8,320.00
Obra civil para la instalación de la planta	1.00	s.g.	\$ 9,000.00	1.00	\$9,000.00
Caracterización de los vertidos líquidos (1 año y la inicial)	2.00	c/u	\$ 438.00	3.00	\$2,628.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$89,948.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

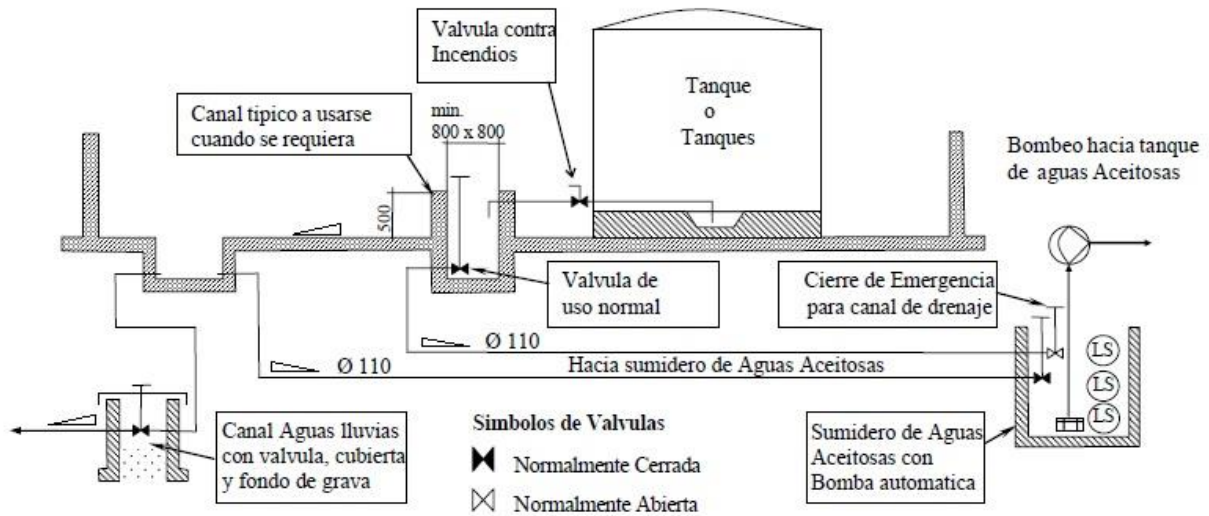
### **3.2.24 Separador Agua-Aceite**

Tipo de medida: Preventiva

#### Descripción de la medida ambiental

Todos los tanques con contenido de aceites, contarán con un sistema de drenaje. El propósito principal es realizar la colección de aguas y limpieza de las áreas del tanque, resultando en un menor riesgo de contaminación de las aguas lluvias. El esquema principal es mostrado a continuación, en Figura 3-12.

**Figura 3-12 - Esquema de Sistema Separador Agua y Aceite**



Fuente: Wärtsilä, 2016.

La filosofía y las reglas más importantes que previenen derrames son las siguientes

- Las válvulas normalmente cerradas deben ser abiertas únicamente bajo supervisión.
- Todos los tanques que contengan Hidrocarburos (agua aceitosa, lodo, aceite lubricante, combustible, etc.) tendrán un sistema de drenaje equivalente. Los tanques cercanos usaran el mismo canal de drenaje. Si se utilizan embudos después de las válvulas de drenajes (en filas de tanques pequeños, por ejemplo) estos estarán conectados con una tubería al canal común de drenaje del tanque.
- Se construirán canales de drenaje con paredes de 0,5 metros de altura aproximadamente para mantener el agua de lluvia pura y las aguas aceitosas separadas. La lluvia que cae directamente al canal de drenaje (en cantidades menores) será llevada al colector de aguas aceitosas. El área mínima del fondo del canal será de 800 x 800 mm para dar mantenimiento a válvulas y al canal. La válvula del canal de drenaje será equipada con un brazo de extensión para fácil operación.
- Todas las líneas de drenaje estarán normalmente cerradas para prevenir goteo de aceite fuera del área en caso de que el tanque derrame.
- Se separarán las tuberías del canal de drenaje del tanque y las del canal de aguas lluvias para evitar derrames directos del tanque al sistema de aguas lluvias.

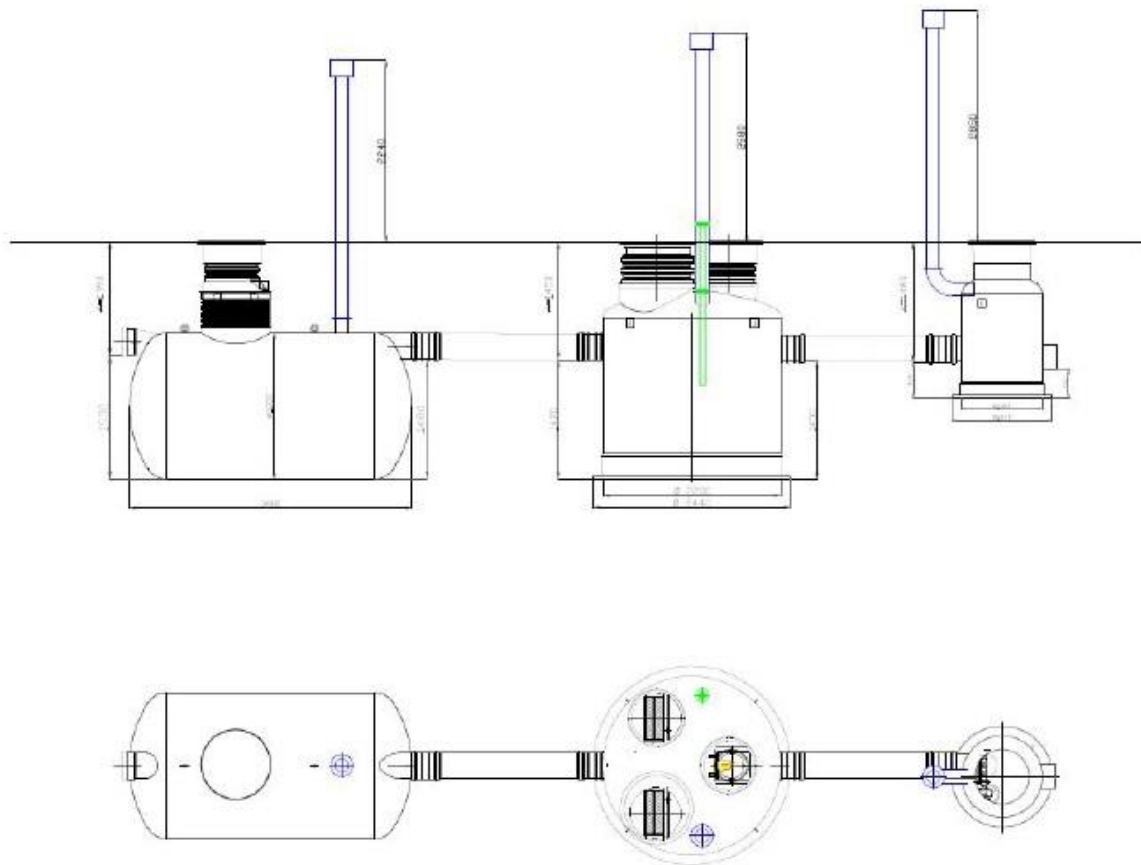
El sistema de manejo de aguas aceitosas se encargará de coleccionar las aguas aceitosas y lodos que se produzcan en la planta para almacenarlo en un tanque para futura disposición y transporte. Los lodos

serán entregados a una empresa que cuente con permiso ambiental para sus disposiciones finales y retiradas fuera de la planta.

Se contará con sistemas de separador agua aceite para drenar el agua que pudiese tener contacto con los aceites de los equipos.

La Figura 3-13 muestra el sistema de tratamiento para las aguas lluvias potencialmente contaminadas con aceite. Las aguas lluvias pasan a través de la trampa de arena donde las partículas se asientan. Cuando salen de la trampa de arena el agua es llevada a la trampa de aceite donde el contenido de aceite es separado con la ayuda de un coalescedor, el cual separa el aceite del agua, el sistema también incluye un recipiente de muestreo de donde las muestras del agua tratada pueden ser tomadas.

**Figura 3-13 – Separador de Agua-Aceite**



*Fuente: Wärtsilä 2016*

Durante la operación de la planta, el agua lluvia que potencialmente quede contaminada de aceite pasara por la trampa de aceite para prevenir contaminación.

En general, el agua de limpieza contaminada proveniente de las siguientes áreas también será tratada:

1. Casa de máquinas;
2. Cuarto de interruptores;
3. Turbinas;
4. Calderas de recuperación de calor;
5. Zona de chimeneas;
6. Agua de lavado de calderas;
7. Sistema de recuperación de calor;
8. Edificio de aire comprimido; y
9. Tanques exteriores.

Los parámetros a medir serán grasas y aceites e hidrocarburos.

Ubicación de la Medida Ambiental

Esquina sur-poniente del terreno de la Central Térmica.

Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-41 – Costo Estimado de la Medida Ambiental – Medida Separador Agua-Aceite</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Sistema de tratamiento de agua con	1.00	s.g.	\$16,000.00	1.00	\$ 16,000.00
Monitoreo	6.00	c/u	\$80.00	1.00	\$ 480.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16,480.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### 3.2.25 Tanque Sedimentador/Amortiguador Para Lluvia

Tipo de medida: La medida se considera de Prevención

Descripción de Medida

Para reducir el impacto hidrológico por la generación de caudales en el área del Proyecto, es necesario construir obras de detención con capacidad de almacenar el volumen adicional a las condiciones sin proyecto.

El caudal calculado para el terreno sin proyecto generado por la intensidad máxima de lluvia, 0.17 mm/min, para un período de retorno de 100 años es 179 L/s. La duración de tormenta utilizada es de 24 horas. Se utilizó para el diseño tormenta con período de retorno de 100 años, de acuerdo a normativa de Estados Unidos, por requerimiento del titular del Proyecto.

Dentro del área del Proyecto, se genera un caudal total de 210 L/s con proyecto. La diferencia de caudales entre las condiciones con y sin proyecto, es de 0.193 m<sup>3</sup>/seg para todo el terreno, con base al plano original aprobado. Los datos de lluvia máxima diaria utilizados en este estudio corresponden a la estación pluviométrica Acajutla, son del período 1971-2011 (41 años). No hay datos más recientes; sin embargo, el período analizado incluye eventos meteorológicos catastróficos, tales como IDA (2009), AGHATA (2010) y 12E (2011).

Se proponen un estanque de detención consistentes en una laguna y sistema de bombeo, ya que el punto de descarga del mismo se encuentra en una cota superior, en la canaleta de CEPa, sobre el Boulevard Coronel Oscar Osorio.

Preliminarmente, se prevé que el estanque de retención tendrá unas dimensiones mínimas de 24 x 60 metros en la base y 1.95 metros de altura, teniendo una capacidad de 2,812.32 m<sup>3</sup>. Estas dimensiones serán confirmadas durante la etapa de ingeniería final, siempre manteniéndose los criterios de diseño mencionados arriba. El tiempo de vaciado del tanque será el doble de llenado, para que se cumpla el criterio de impacto hidrológico cero.

El equipo de bombeo recomendado es de tipo sumergible, ya que estará sumergido dentro del estanque, Debido al bajo caudal y la pequeña carga hidráulica que debe vencer, se ha estimado una potencia requerida de 1.1 HP, dato a confirmar en la etapa de diseño final. El agua será evacuada en 48 horas.

Se instalará una trampa de sólidos en el ingreso de las aguas lluvias a los estanques de detención, con el propósito de evitar que sólidos de gran tamaño puedan dañar la bomba, se recomienda utilizar una bomba sumergible para aguas residuales, ya que éstas tienen capacidad de manejar partículas sólidas de hasta 2 pulgadas de diámetro.

El estanque será inspeccionado periódicamente para verificar que no existen obstrucciones o sedimentación excesiva en el mismo. La inspección debe ser diaria en época de lluvias, debiendo limpiar o retirar basura y sedimentos cuando sea necesario.

El sistema final de gestión de aguas pluviales considerará técnicas de "desarrollo de bajo impacto" (LID) tales como:

- Reducción de áreas impermeables;
- Pavimentos permeables;
- corrientes y bioretención; y
- y vegetación ajardinada.

La descarga del agua después del sedimentador será a la canaleta de CEPA.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Antes de descarga de agua en quebrada La Ranfla.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-42 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Tanque Sedimentador/ Amortiguador Para Lluvia</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Estanque sedimentador / amortiguador principal	1.00	unidad	\$12,000.00	1.00	\$ 12,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12,000.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.2.26 Sistema de Protección Contra incendios**

Tipo de medida: Prevención.

#### Descripción de Medida

Prevenir daños a las personas, empleados y población en general por posibles eventos, sobre todo por el manejo de materiales peligrosos, como es el GNL y otros materiales que se manejarán en el Proyecto en la etapa de operaciones.

Para el combate de incendios se contará con el equipo que se detalla posteriormente, de acuerdo a lo especificado en el diseño del sistema contra incendios.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Central Térmica en General.



Monto Estimado de la Medida Ambiental

**Tabla 3-43 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Sistema de Protección Contra incendios**

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Extintor portátil 5Kg, CO2	11	c/u	\$35.00	1.00	\$ 385.00
Extintor portátil 20Kg, CO2	2	c/u	\$90.00	1.00	\$ 180.00
Extintor portátil 12Kg, ABC	52	c/u	\$60.00	1.00	\$ 3,120.00
Extintor portátil 6Kg, ABC	10	c/u	\$35.00	1.00	\$ 350.00
Manguera de 25 m	4	c/u	\$300.00	1.00	\$ 1,200.00
Manta para fuego	1	c/u	\$60.00	1.00	\$ 60.00
Hidrantes exteriores	12	c/u	\$1,850.00	1.00	\$ 22,200.00
Gabinete de mangera exterior	12	c/u	\$450.00	1.00	\$ 5,400.00
Válvulas para hidrante	12	c/u	\$1,200.00	1.00	\$ 14,400.00
Gabinete de mangera autoportante	12	c/u	\$500.00	1.00	\$ 6,000.00
Unidad móvil de espuma	6	c/u	\$11,000.00	1.00	\$ 66,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 119,295.00</b>

*Nota: no se incluye el tanque de agua, tuberías y sistemas de rociadores.*

*Fuente: Wärtsila, 2016.*

Información detallada del sistema contra incendios se incluye en el apéndice 10D.

### 3.2.27 Sistema de Detección de Fugas

Tipo de medida: Prevención.

Descripción de Medida

*Instalación de equipo fijo para detección de vapores*

Se instalarán detectores de gas tipo barrera dentro de las instalaciones de la Central Térmica, tal y como se establece en el artículo 23, literal k) del Reglamento para la Aplicación de la Ley Reguladora del Depósito, Transporte y Distribución de Productos de Petróleo. Dichos detectores serán del tipo inteligente, direccionable y con tecnología Infra Rojo o Ultra Violeta. Los detectores envían información al cuarto de control de forma permanente.

Se instalarán los equipos que se detallan:

- 8 Alrededor de la Casa de máquinas;
- 4 en el muelle de CEPA; y
- 4 en tierra firme.

En total se instalarán 16 detectores de vapores fijos.

Los detectores envían información al cuarto de control de forma permanente, y son revisados y calibrados cada seis meses.

#### *Adquisición de equipo portátil para detección de vapores*

Otro mecanismo de detección de fugas de GNL se realizará mediante el monitoreo constante de presión en tanques y tuberías, el cual, al detectar una caída de presión no controlada, realizará un cierre automático del equipo-tramo afectado. Adicionalmente se realizarán inspecciones periódicas con instrumentos portátiles de detección de gases explosivos y medidores de oxígeno.

Se hará la adquisición de cuatro detectores de gases explosivos y cuatro medidores de oxígeno.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Central Térmica en General.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Sistema de detección	16.00	s.g	\$500.00	1.00	\$ 8,000.00
Detectores de gases explosivos y medidor de oxígeno	4.00	c/u	\$2,000.00	1.00	\$ 8,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16,000.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

### **3.2.28 Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Pozos de Monitoreo**

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

##### *Objetivo*

Verificar los caudales de agua extraídos de los pozos a perforar para el abastecimiento de agua potable.

##### *Descripción*

Instalación de 3 medidores de agua de 2" con flange y presión estándar multichorro, en el árbol de descarga. Para garantizar el buen funcionamiento de los macromedidores instalados, se les dará el mantenimiento que se describe a continuación.

- El mantenimiento preventivo consiste en suspender el suministro, para desarmar el medidor y chequearle sus piezas para localizar desgastes o quemaduras que obliguen su cambio. Proceder a ajustar todas sus partes y si es necesario calibrar las medidas de la pieza encargada de medir para garantizar su exactitud. Aún, es mejor cambiar la pieza de medida por otra que haya sido calibrada previamente en el taller, de esta forma garantizar su buen funcionamiento;
- Se deben leer los medidores con una periodicidad tal que permita su pronto conocimiento de cualquier irregularidad tal como atraso o parada que le puede representar problemas a la envasadora de agua. Cada 1000 m<sup>3</sup> es una cifra que puede servir de pauta y si el consumo diario es superior a ella entonces, leer todos los días será lo recomendable; y
- Sobra decir que el medidor se debe reparar, generalmente "in situ", inmediatamente se detecte que está fallando o malo.

Dependiendo del caudal admisible que registre, se tiene lo siguiente:

- a. El mantenimiento debe hacerse cada dos años cuando el medidor registre mensualmente el 50% del caudal admisible. O sea, tenemos  $Q_n = \text{Caudal nominal}$ ,  $Q_a = \text{Caudal admisible} = Q_n/3$

$$Q_t = \text{Caudal total mes} = \frac{Q_n}{3} \times 24 \times 30$$

Cuando el consumo total mensual sea la mitad de  $Q_t$  ó menor se puede hacerle mantenimiento preventivo cada dos años.

- b. Cuando el consumo total mensual se encuentra entre el 50% y el 75% del  $Q_t$  se debe hacer mantenimiento cada seis meses.
- c. Cuando se encuentra por encima del 75% se debe mantener cada dos meses y presumiblemente antes, ya que a ese ritmo se espera que se dañe frecuentemente. Hay que pensar en colocar otro medidor de mayor capacidad nominal. Si el medidor se daña con frecuencia, es necesario cambiarlo por uno de mayor capacidad nominal.

También se monitoreará la calidad del agua del pozo, en el pozo y en los pozos de monitoreo. Los parámetros para ser monitoreados incluyen el nivel estático, temperatura, conductividad y sólidos, así como los contaminantes tales como grasas y aceites (para determinar hidrocarburos). Como parte del control de intrusión salina se realizará monitoreo del pozo cada seis meses de los siguientes parámetros: Calcio, magnesio, potasio, sodio, fosfatos, sulfuros y cloruros.

### *Pozos de Monitoreo*

Con el objetivo de realizar un monitoreo continuo y verificar que no se produzca riesgo de intrusión salina en el acuífero, se propone la construcción de dos pozos de monitoreo. Las características de cada pozo de monitoreo a perforar son las siguientes:

- Profundidad total: 100 metros.
- Diámetro de Perforación: 10 pulgadas.
- Diámetro de Revestimiento: 6 pulgadas
- Nivel Estático probable: 25 a 30 metros.

En los pozos se instalarán tubos piezométricos para los monitoreos de niveles.

El cambio químico en el agua se verá reflejado por un incremento en el valor de Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos y Temperatura.

Es posible mantener un control de estos parámetros básicos por medio de pozos de monitoreo dotados de un equipo de registro continuo conocidos como Data Logger (Ver Figura 3-14).

**Figura 3-14 – Data Logger**

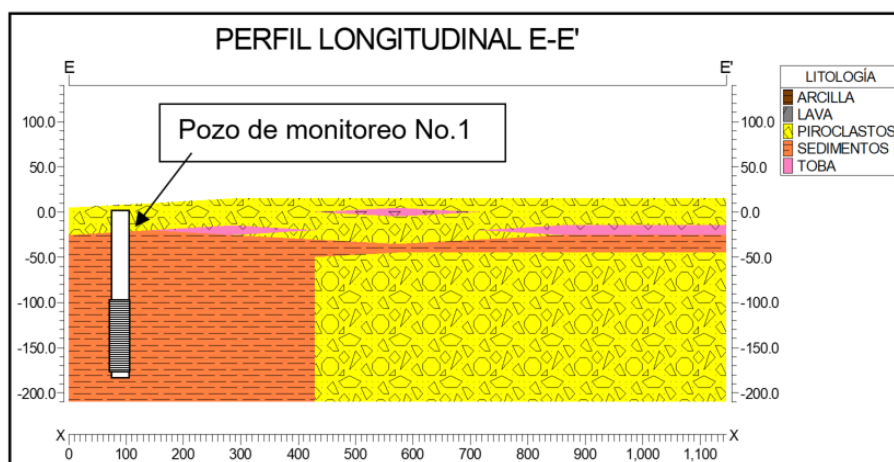


*Fuente: <http://www.solinst.com/products/dataloggers-and-telemetry/3001-levellogger-series/levellogger-junior-edge/datasheet.php>*

En todo caso, debido al incremento del caudal de explotación en la zona, será beneficioso para todos el mantener un monitoreo de los parámetros físico-químicos básicos del agua subterránea del acuífero aprovechado.

El acuífero que debería ser monitoreado son los sedimentos aluviales que pueden observarse en el Perfil E-E' (Ver Figura 3-15).

**Figura 3-15 – Perfil Longitudinal E-E' Ubicación de pozo de monitoreo No. 1**



*Fuente: Estudio Hidrogeológico del Proyecto*

En este caso no se requiere de un nido de piezómetros debido a que el acuífero a monitorear es uno solo.

La Conductividad Eléctrica del Agua de Mar es muy alta en comparación con el agua dulce, esta oscila entre valores de 50,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 60,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Un incremento en la Conductividad Eléctrica del agua extraída de un pozo no necesariamente está relacionado con la intrusión salina, sin embargo, en el caso de acuíferos costeros es lo más probable.

Los Sólidos Totales Disueltos del agua de mar presenta un valor cercano a los 35,000 mg/L, evidentemente un incremento de este parámetro debido a intrusión salina se haría muy fácil de detectar con un monitoreo continuo.

La Temperatura en el agua subterránea aumentará si los flujos provienen de una mayor profundidad. Si existe un incremento de la Conductividad Eléctrica del agua y un incremento de los Sólidos Totales Disueltos, pero si esta variación es acompañada por un incremento de la temperatura del agua extraída, entonces probablemente la explicación sea que se ha inducido un flujo de aguas más profundas por medio del bombeo y no necesariamente una intrusión de agua de mar.

Por lo tanto, es evidente que se requiere un monitoreo constante de estos parámetros básicos, cualquier anomalía será detectada con prontitud y facilitará la atenuación de los efectos perjudiciales del fenómeno. Por otra parte, como es de suponer, las variaciones de la calidad del agua son muy importantes para la evaluación de la intrusión salina, existen relaciones iónicas que sirven para detectar el fenómeno, y que pueden aprovecharse para su evaluación.

Las principales son las siguientes:

- Relación Cloruro/Bicarbonato:  $rCl/rHCO_3$ : En el agua de mar sus valores oscilan entre 20 y 50, mientras que en las aguas dulces varían en el rango entre 0.1 y 5.0. Por lo tanto, se debe mantener un monitoreo de los iones Cloruros y Bicarbonatos.
- Relación Sulfatos/Cloruros:  $rSO_4^{2-}/rCl$ : Es de gran interés para identificar el proceso de intrusión marina ya que tiene un valor característico (0.1) en el agua de mar. Un acercamiento de los valores de esta relación en el agua del acuífero, puede ser indicio de contaminación por agua de mar.
- Relación Magnesio/Calcio:  $rMg^{2+}/rCa^{2+}$ : En el agua de mar alcanza valores en torno a 5, mientras que en las aguas dulces es de 0.3 a 1.5.

Por lo tanto, se considera básico que en los pozos del Proyecto sean monitoreados los iones siguientes: Cloruros, Bicarbonatos, Sulfatos, Magnesio y Calcio.

La frecuencia del muestreo debe ser por lo menos una vez al mes, de esta forma podrá identificarse cualquier anomalía que pueda existir en la calidad del agua que sea extraída en los pozos de producción.

Es importante definir los objetivos de monitoreo, básicamente se requiere conocer si la explotación de pozos en la zona está produciendo el fenómeno de Intrusión Salina, el control de la intrusión marina, será beneficioso no solo para el Proyecto, sino para los diferentes usos en ese sector del acuífero donde hay tanta concentración de pozos.

#### Ubicación de la Medida

En la Figura 3-16 se detalla la ubicación del pozo de extracción y pozos de monitoreo.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-45 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Instalación de macromedidores de flujo	2.00	c/u	\$ 650.00	1.00	\$ 1,300.00
Análisis para determinar intrusión salina	1.00	c/u	\$ 75.00	4.00	\$ 300.00
Colocación de tubos piezométricos y monitoreo	3.00	c/u	\$ 100.00	5.00	\$ 1,500.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 3,100.00</b>

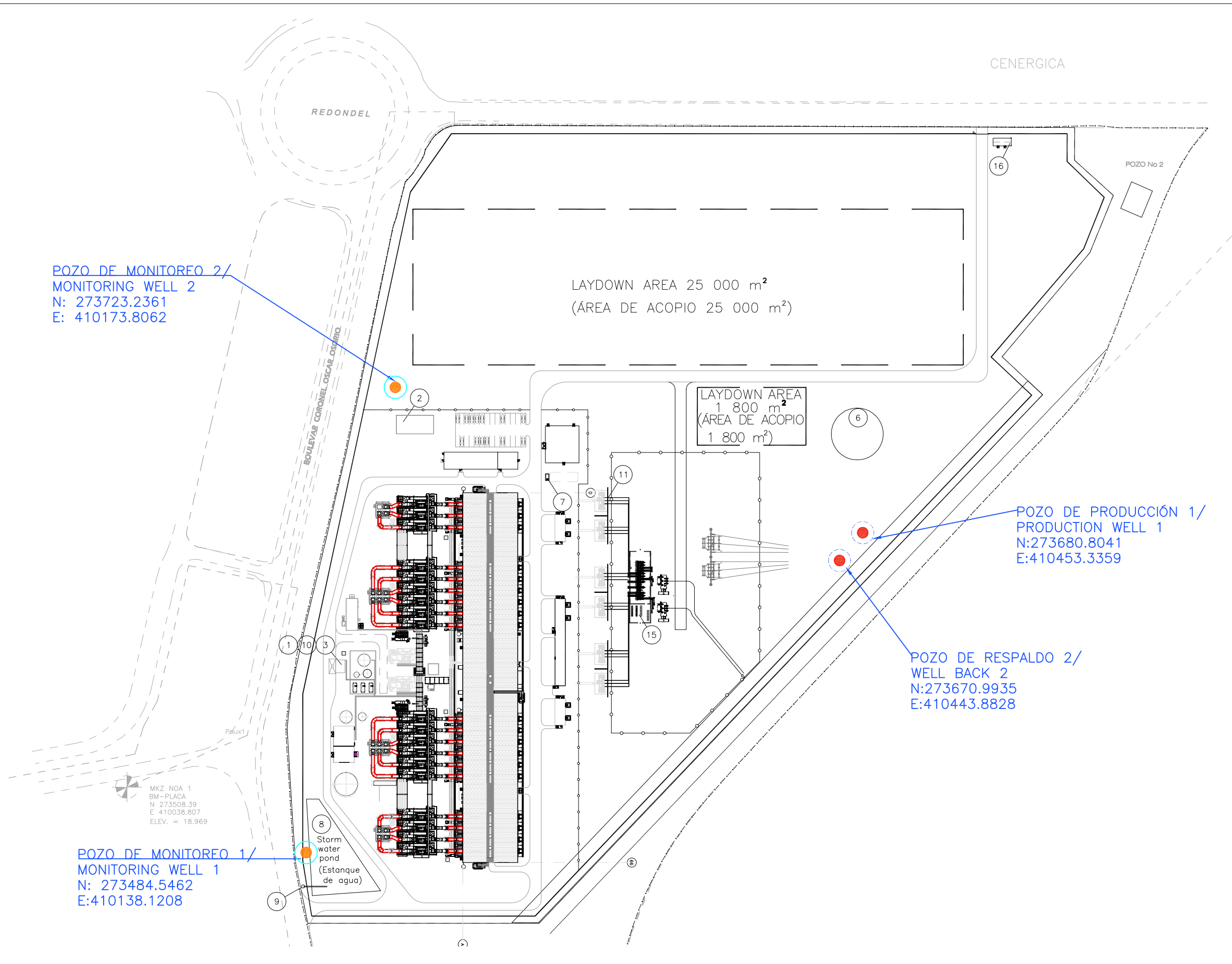
*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

## ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

### UBICACIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN Y POZOS DE MONITOREO / LOCATION OF EXTRACTION WELLS AND WELLS OF MONITORING

FIGURA 3.16 / FIGURE 3.16

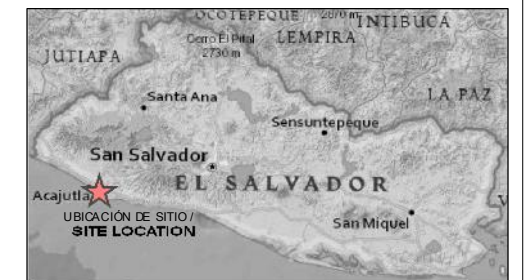


POZO DE MONITOREO 2 /  
MONITORING WELL 2  
N: 273723.2361  
E: 410173.8062

POZO DE PRODUCCIÓN 1 /  
PRODUCTION WELL 1  
N:273680.8041  
E:410453.3359

POZO DE RESPALDO 2 /  
WELL BACK 2  
N:273670.9935  
E:410443.8828

POZO DE MONITOREO 1 /  
MONITORING WELL 1  
N: 273484.5462  
E:410138.1208



0 10 20 30 40 50m



FUENTE / SOURCE:  
PLANOS WARTSILA / WARTSILA SITE PLAN

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION :  
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE  
C:/ECO.DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS  
C:/ECO.DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 20/12/2017





### 3.2.29 Minimización de Vectores de Enfermedades

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

Se pretende prevenir la proliferación de vectores de enfermedades. Se procurará minimizar / eliminar áreas de agua estancada y entrenar a los empleados para minimizar los sitios de vectores.

#### Ubicación de la Medida

Todos los terrenos del Proyecto

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Tabla 3-46 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida minimización de vectores de enfermedades					
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Capacitación a empleados, una charla cada tres meses	1	s.g	\$200.00	12.00	\$ 2,400.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,400.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.2.30 Centro de Rescate de Fauna

Tipo de medida: Atenuación.

#### Descripción de Medida

Se instalará un Centro de Rescate de Fauna Marina en colaboración con el MARN para la recuperación de animales marinos que pudiesen resultar afectados durante la construcción del proyecto. Un centro de rescate se destina para recuperar, restaurar, la salud de animales varados o enfermos. La fauna para la que se requiere este tipo de instalaciones son: aves de hábitats acuáticos, delfines, tortugas marina y leones marinos.

- Zona de tortugas marinas.

Se instalará un área bajo sombra, donde se mantendrán las tortugas marinas. El material y equipo considerado incluye la instalación de 3 estanques de fibra de vidrio de 2.0 m de diámetro y una altura de 1 metro con una válvula de pvc en el centro para facilitar el recambio de agua de mar. Contará con tubería de llenado de agua de mar fresca y filtrada de partículas suspendidas. Con un sistema hidráulico básico que permita ingreso de agua de mar filtrada y salida filtrada (filtro de arena) de la misma (Ver **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**).

Al menos 3 cilindros de fibra de vidrio o plástico 1 m máximo de diámetro y 15 cm de altura, para tratar tortugas fuera del agua.

**Fotografía 3-2 - Ejemplo de estanque para tortugas**



Se requerirán también mesas para curaciones de tortugas, que puede ser la misma mesa para curar otros animales y baldes pequeños para tener a las tortugas fuera del agua (Ver Fotografía 3-3) . Y los insumos siguientes: 20 Toallas, 10 cubetas de 5 galones con tapadera, 5 cepillos de plástico con palo de extensión para limpieza.

**Fotografía 3-3 – Ejemplo de estanque para tortugas fuera del agua**



- Delfines

Se requiere al menos dos estanques de mayor volumen que tortugas marinas. Preferiblemente cavado en el suelo y techado, con paredes y aislado. O de fibra de vidrio resistente al volumen de agua. Dimensiones: 1.10 m de profundidad y 5 metros de largo, por 2.5 de ancho, con una división en medio, para poder albergar dos delfines pequeños. Ó también estanques circulares de 4 a 5 m de diámetro. Debe tener válvula de evacuación y para llenado con agua de mar filtrada, y filtro de arena para la evacuación del agua. Costo: \$6000 a 12,000 aprox (Ver Fotografía 3-4).

Para los delfines se requiere un estanque de mayores dimensiones, de 6m de diámetro. Además de un teque de acero inoxidable con camilla de lona para mover delfines hacia y desde los estanques. Que

pueda levantar y trasladar 500 libras de peso. Un sistema de lavado con manguera a presión para los estanques. Y un filtro de arena en la salida del agua como método de depuración, para eliminar sólidos suspendidos del agua. Como monitoreo se llevará un registro de los animales tratados.

**Fotografía 3-4 – Ejemplo de estanque para delfines**



*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

Ubicación de la Medida Ambiental

Se rentará una vivienda cercana a la costa.

Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-47 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Centro de rescate de fauna</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Cilindros para tortugas	3	c/u	\$3,000.00	1	\$9,000.00
Sistema hidráulico	1	s.g.	\$3,000.00	1	\$3,000.00
Mesa de trabajo	1	c/u	\$100.00	1	\$100.00
Toallas, cubetas, cepillos	2	s.g.	\$200.00	1	\$400.00
Estanque delfines	2	c/u	\$6,000.00	1	\$12,000.00
Tecla con camilla	2	c/u	\$1,000.00	1	\$2,000.00
Operaciones	18	meses	\$600.00	1	\$10,800.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$37,300.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

**3.2.31 Monitoreo de Corales**

Tipo de medida: Prevención.

Descripción de Medida

Debido a la cercanía de corales al sitio de construcción se propone realizar un monitoreo del estado de los corales en la zona, específicamente en el sitio de barcos hundidos al sur de la ubicación de FSRU y Tubería.

El procedimiento se describe:

1. Se ubican los corales pétreos y blandos de interés a monitorear (una a dos especies como máximo con tres a cinco ejemplares de cada especie ubicada e identificada).
2. Se fotografía, se registra su fisonomía (coloración, herviboría, % de blanqueamiento, hábitat, especies que lo o los rodean, cobertura de arena o lodo) y se mide su perímetro, diámetro y altura para los corales duros individuales y/o coloniales. Tamaño de la base, ancho y altura para los corales blandos.
3. El punto uno y dos, sería la línea base para el monitoreo.
4. Los sitios seleccionados a monitorear, debe de cumplir con el requisito de regulación de evitar en un 100% la pesca por redes de arrastre, arponeo, cincel y martillo de los ostreros.

Se proponen tres sitios de 100 m<sup>2</sup> cada uno, donde se prohíba el acceso de personas ajenas al monitoreo. Los sitios más cercanos al proyecto EDP y donde se propone monitorear, es donde están los barcos hundidos entre el proyecto EDP y muelle industrial.

El muestreo se realizará:

1. Previo al inicio de trabajos en el mar.
2. Previo al inicio de actividades de dragado.
3. A la mitad de actividades de dragado.
4. Al terminar las actividades de dragado.
5. Al finalizar la construcción en el mar

Ubicación de la Medida Ambiental

Puntos de barcos hundidos.

Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-48 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida monitoreo de corales</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Monitoreo de corales pétreos y blandos	3.00	puntos	\$2,500.00	5.00	\$ 12,500.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12,500.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### 3.2.32 Evaluación Detallada de Riesgo y Plan de Contingencia

Tipo de medida: Prevención.

#### Descripción de Medida

##### *Objetivo*

Prevenir daños a las personas, empleados en general por posibles eventos.

##### *Descripción*

Realizar una evaluación detallada del riesgo como parte del trabajo de diseño detallado y el desarrollo del Plan de Contingencia y Planificación de Riesgos de Riesgo Mayor. Mayor detalle se presenta en el Apéndice 4B y se resume en la Tabla 3-49.

<b>Tabla 3-49- Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar</b>	
<b>ESTUDIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Ingeniería Detallada</b>	
Estudio de Peligros y Operatividad (HAZOP)	El HAZOP evalúa los sistemas de proceso de la parte superior para identificar los riesgos para las personas (personal y público), el medio ambiente y los bienes. Este taller identifica los riesgos potenciales con enfoque principal en los sistemas de proceso. Se han revisado los procesos de las partes superiores, los sistemas de carga y los principales sistemas de servicios públicos de la FSRU.
Análisis de objetos caídos	Evalúa y revisa cuantitativamente el riesgo de escenarios de objetos caídos (por ejemplo, del estudio de manejo de materiales) durante las operaciones normales para el terminal marítimo. El riesgo de objetos caídos se refleja en el QRA detallado.
Análisis de Fuego y Explosión (FERA)	Los posibles escenarios de incendio y explosión identificados en HAZID y HAZOP se detallan en el estudio FERA cuantitativo. El estudio incluirá análisis de dispersión de gas. En particular, para la evaluación del riesgo de explosión, se requiere un estudio 3D de dinámica de fluidos computacional (CFD) en el diseño detallado teniendo en cuenta los detalles del diseño y la congestión.  El estudio FERA confirma las cargas accidentales dimensionales (DAL) para objetivos críticos que deben tenerse en cuenta en el diseño detallado para lograr el riesgo ALARP para posibles escenarios de incendio y explosión.  El estudio también puede modelar los efectos de humo, radiación térmica y sobrepresión con respecto a evacuación y las vías de evacuación de las instalaciones.
Análisis de derrames criogénicos	Además de los posibles escenarios de derrame criogénico (pérdida de contención) identificados en HAZID y HAZOP, es necesario realizar un estudio cuantitativo detallado para las operaciones FSRUy de carga para analizar el riesgo de derrame criogénico. Este estudio confirma las dimensiones requeridas para la contención de derrames criogénicos accidentales que deben tenerse en cuenta en el diseño detallado para lograr ALARP.

**Tabla 3-49- Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar**

ESTUDIO	DESCRIPCIÓN
Análisis de dispersión de ventilación	El análisis de dispersión de ventilación modelará los efectos de ventilar el proceso (gas natural) en la FSRU durante una emergencia, dadas las tasas de escenarios operativos en una gama de condiciones meteorológicas. El modelado de las emisiones de vapor de GNL permite evaluar si la respectiva nube de vapor de GNL es compatible con el diseño del FSRU / terminal.
Elemento finito para la colisión de la nave	Se realizó un análisis de elementos finitos para una respectiva consecuencia del impacto de una colisión potencial en la LNGC y / o FSRU.
Detallado QRA	Evalúa el riesgo y los impactos de eventos peligrosos en el personal, la gente (público) y el ambiente para la ubicación específica del proyecto en El Salvador. Todos los riesgos para el público y el medio ambiente deben estar dentro de la gama ALARP.
Análisis de escape, evacuación y rescate (EERA)	Evalúa cualitativamente la efectividad de las instalaciones, evacuación y rescate. Además, el riesgo potencial para la pérdida de integridad de las rutas de escape de la FSRU / instalación marina es ALARP para los escenarios FERA se evalúan cuantitativamente. Los escenarios de FERA y los cálculos de CFD se utilizan como entrada para este análisis para estimar el riesgo.
Planificación de contingencias	Planifica la respuesta a eventos anormales cuando ocurren.
Tan bajo como razonablemente practicable (ALARP)	Este estudio examina y discute las principales medidas de mitigación para lograr ALARP para las instalaciones marinas en operación normal (LNGC y FSRU). Evalúa si se aplican suficientes medidas de reducción del riesgo para satisfacer el principio de menor costo razonable.
Evaluación de la seguridad de las instalaciones portuarias (PFSA)	Garantiza que la infraestructura de seguridad física incluida con el proyecto es la más adecuada y que todas las características de diseño detallado de los sistemas de seguridad se incluyen con la mayor precisión posible. Realizado para las instalaciones según el código ISPS.
<b>Operaciones</b>	
Plan de preparación para emergencias / contingencia	Asegura que la mitigación del riesgo, la preparación, la respuesta y la recuperación estén en su lugar para disminuir los impactos de eventos anormales.
Supervisión del rendimiento	Demuestra que existen arreglos para monitorear el desempeño de HSE.
Seguridad laboral / análisis de riesgos	Identifica los peligros de tareas específicas para reducir el riesgo de lesiones a los trabajadores.
Plan de prevención y control de derrames	Documenta los procedimientos a seguir para evitar los derrames y la respuesta en la ocurrencia de un derrame.
Plan de seguridad de barcos	Proporciona prevención y detección temprana de ataques y cobertura de vigilancia mejorada, equipo de detección, uso de iluminación y respuestas de la tripulación.

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

Si después de realizar los estudios detallados, se determina que se exceden los Iso contornos de riesgo definidas en el QRA para la etapa FEED, se deberán definir las medidas y acciones, que garanticen que las áreas de acceso al público, fuera de la propiedad de CEPA, se encuentren en zonas de riesgo individual público (IR) "Ampliamente aceptables (~1 E-06 por año)" O ALARP (tan bajo como sea razonablemente practicable), (1 E-06 por año < IR < 1 E-04 por año).

Todos los estudios serán presentados al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con los resultados de los mismos y las medidas propuestas para reducir el riesgo, si se determinan que éstas son necesarias.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

FSRU, Tubería y Central Térmica

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-50 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Estudio de riesgos adicionales</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Evaluación del riesgo y plan de contingencia, incluyendo capacitación y simulacros	1.00	s.g	\$100,000.00	1.00	\$ 100,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 100,000.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### **3.2.33 Sistema de Alerta de Tsunami**

Tipo de medida: Prevención.

#### Descripción de Medida

##### *Objetivo*

Prevenir daños a las personas, empleados en general en caso de tsunami.

##### *Descripción*

El sitio del proyecto está sujeto a tsunamis generados por terremotos tanto locales como lejanos. La información sobre un terremoto lejano y el posible tsunami se realiza a través del Centro de Alerta contra los Tsunamis en el Pacífico (PTWC) administrado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). Esta información se proporcionará aproximadamente 90 minutos antes de la llegada para la fuente distante más cercana en el norte de América del Sur. Se espera que los terremotos de fuente distante produzcan alturas de ola y velocidades actuales muy por debajo de los niveles de diseño.

Los terremotos locales tienen el potencial de generar grandes tsunamis. El tsunami inicial en el sitio puede ser detectable 30 minutos después del terremoto. Las alturas y corrientes máximas de diseño



pueden ocurrir tan pronto como 60 minutos después del terremoto. Las propiedades de flujo entre el periodo de tiempo de llegada de la onda inicial y las condiciones de diseño máximas serán muy variables, cambiando entre condiciones relativamente calmas a condiciones de diseño próximo durante períodos de 5-10 minutos. Advertencia del potencial de peligro de tsunami en el sitio del proyecto debe basarse en la magnitud del terremoto y la ubicación, la profundidad del terremoto, la duración de la ruptura del terremoto, y la detección de tsunami en alta mar o cerca. La zona de falla en esta región de Centroamérica es conocida por producir tsunamigenes "lentos" terremotos, con la implicación de que las estimaciones de magnitud temprana (dentro de los 30 minutos del evento) pueden ser muy pobres. Por lo tanto, las decisiones iniciales relativas a las respuestas relacionadas con el tsunami deben basarse en la duración de la ruptura del terremoto local, con información disponible sobre la profundidad del terremoto, la ubicación del epicentro, la magnitud y las observaciones cercanas de tsunami utilizadas como datos secundarios de decisión.

El sistema de alerta de tsunamis de la EDP, que será independiente del PTWC, consistirá en tres características principales: instrumentos de detección sísmica instalados en tierra en el sitio del proyecto, información sismológica nacional y un árbol de decisión desarrollado que utilizará los datos mencionados para determinar la actividad sísmica, y posteriormente el curso de acción, es decir, la necesidad de preparaciones inmediatas para la salida del LNGC, etc.

EDP solicitará que se añada a la lista de receptores del sistema de monitoreo y notificación sismológica del MARN. La información de este sistema: la duración, la magnitud, la profundidad y el epicentro del terremoto serán procesados en el árbol de decisión del tsunami de la EDP para eventos locales. Para obtener información adicional y confirmación de eventos, se instalará instrumento de medición sísmica en tierra en el sitio del proyecto. Este instrumento de medición sísmica específico del proyecto proporcionará estimaciones de la duración del terremoto y se utilizará para determinar las acciones preparatorias iniciales de los terminales marítimos. Es importante señalar que este instrumento de medición sísmica local proporcionará la duración local de la sacudida, que será mayor que la duración de la ruptura del terremoto; La diferencia en estos dos valores dependerá de la distancia entre el terremoto y el sitio del proyecto. Otras medidas se basarían en la información proporcionada por la vigilancia sísmica MARN, que incluirá una mayor estimación de la duración de la ruptura de confianza.

Se desarrollará un árbol de decisión, basado en la duración local de la agitación y la duración de la ruptura. En conclusión

- Se instalará sistema de detección de tsunami en FSRU y tierra.
- Se realizará la elaboración de protocolo de actuación y conexión del proyecto a la red de comunicaciones de protección civil.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Central de control de FSRU y instrumentos de medición sísmica instalados en tierra en el sitio del proyecto

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-51 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida sistema de alertas de tsunami</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Instalación de acelerómetros	1.00	s.g	\$0.00	1.00	\$ 0.00 (Incluido dentro de los costos del proyecto)
Elaboración de Protocolo de Actuación	1.00	s.g	\$3,000.00	1.00	\$3,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3,000.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.2.34 Instalación de Válvula de Aislamiento**

Tipo de medida: Prevención.

#### Descripción de Medida

##### *Objetivo*

Prevenir daños a las personas, empleados en general por posibles eventos de fuga, disminuyendo el volumen de fuga de gas de las tuberías.

##### *Descripción*

Instalación de válvula de aislamiento en tierra para reducir el inventario de gas en tubería que pueda ser liberado en caso de fuga.

La tubería será provista con válvula de aislamiento de emergencia de alta integridad, con seguridad contra fuego y de cierre apretado para minimizar la liberación de hidrocarburos y prevenir daños escalados.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Entrada de tubería en tierra.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Plazo (meses)	Total
Instalación de Válvula de aislamiento en tierra	1.00	s.g	\$30,000.00	1.00	\$ 30,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 30,000.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.2.35 Plano de Medidas Ambientales

A continuación, Figura 3-17 y Figura 3-18 se presenta los planos de medidas ambientales en la etapa de construcción, para la Central Térmica y FSRU-Tubería.

### 3.2.36 Resumen del Programa de Manejo Ambiental en la Etapa de Construcción

El Programa de Manejo Ambiental (PMA) tiene como objetivo la prevención, atenuación y compensación de los impactos negativos que las actividades del Proyecto generarán sobre el medio ambiente. El Programa de Manejo Ambiental, básicamente está constituido por:

#### Plan de Manejo Ambiental

Se presenta en la Tabla 3-53 resumen que contiene todas las medidas propuestas anteriormente, con las actuaciones respectivas requeridas para cada una de ellas, incluyendo los costos de implementación.

#### Programa de monitoreo

Se presenta en la Tabla 3-54, y proporciona una visión global de los impactos identificados, tanto positivos como negativos; medidas de mitigación propuestas para cada impacto y presenta el Programa de manejo ambiental para la etapa de construcción.

#### Cronograma para la implementación de las medidas e inversiones.

La implementación de las medidas se ha programado, conforme al desarrollo del Proyecto, .

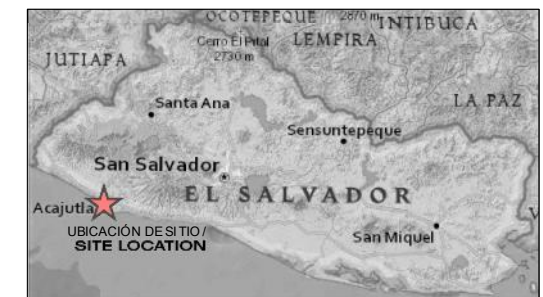
El resumen del plan de manejo ambiental, plan de monitoreo y cronograma de aplicación de medidas ambientales, para la ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, se incluyen en las Tabla 3-53, Tabla 3-54 y ; la fianza ambiental se ha cuantificado en un costo de inversión de **OCHOCIENTOS SETENTA Y TRES MIL SETECIENTOS TREINTA Y TRES 60/100 DÓLARES (\$873,733.60)**.



FIGURA 3.17 / FIGURE 3.17



SIMBOLOGÍA / SYMBOLS	UBICACIÓN DE MEDIDAS / MEASURES OF LOCATION	CONTENIDO DE MEDIDAS / CONTENT OF MEASURES
	MEDIDA 5 / MEASURE 5	MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PELIGROSOS / HANDLING AND STORAGE OF HAZARDOUS MATERIALS
	MEDIDA 6 / MEASURE 6	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS / DOMESTIC WASTE WATER TREATMENT
	MEDIDA 11 / MEASURE 11	REFORESTACIÓN APOYO A FIAES / REFORESTATION SUPPORT FOR FIAES
	MEDIDA 21 / MEASURE 21	BARRERA DE SEGURIDAD DE TUBERIA / BARRIER FOR SAFETY
	MEDIDA 23 / MEASURE 23	CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES / CONSTRUCTION OF WASTEWATER TREATMENT PLANT
	MEDIDA 24 / MEASURE 24	SEPARADOR DE AGUA - ACEITE / WATER - OIL SEPARATOR
	MEDIDA 25 / MEASURE 25	TANQUE SEDIMENTADOR/AMORTIGUADOR DE AGUA / SEDIMENTATION/BUFFER TANK FOR RAINWATER
	MEDIDA 26 / MEASURE 26	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS / FIRE PROTECTION SYSTEM
	MEDIDA 27 / MEASURE 27	SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUGAS / LEAK DETECTION SYSTEM
	MEDIDA 28 / MEASURE 28	EQUIPO DE MONITOREO DEL CAUDAL DEL POZO / MONITORING EQUIPMENT FOR THE WATER WELL AND MONITORING WELLS
	MEDIDA 34 / MEASURE 34	INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE AISLAMIENTO (ENTRADA DE TUBERIA A TIERRA) / INSULATION VALVE INSTALLATION (PIPE ENTRY TO GROUND)



0 10 20 30 40 50m



FUENTE / SOURCE:  
PLANOS WARTSILA / WARTSILA SITE PLAN

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: ECO INGENIEROS  
MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: LF  
PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION:  
UTM ZONA 16 WGS84 / UTM ZONE 16 WGS84

ARCHIVO / FILE  
C:/ECO/DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS  
C:/ECO/DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROYECTO / PROJECT: 14-9114  
ESTADO / STATUS : FINAL / FINAL  
FECHA / DATE: 02/02/2018





# Energía del Pacífico

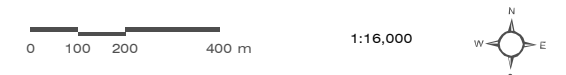
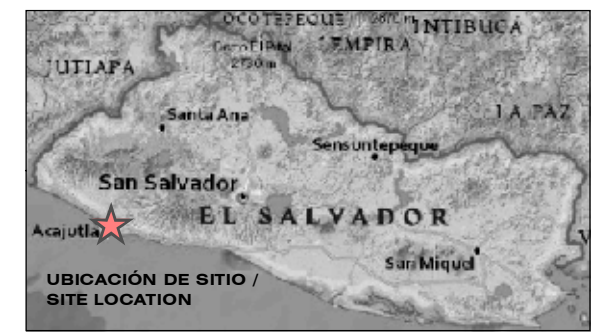
## ENERGÍA DEL PACÍFICO

LNG TO POWER PROJECT

### MEDIDAS AMBIENTALES EN CONSTRUCCIÓN (FSRU-TUBERÍA) / ENVIRONMENTAL MEASURES IN CONSTRUCTION (FSRU-PIPELINE)

FIGURA 3.18 / FIGURE 3.18

- MONITORERO DEL LA TURBIDEZ AND BIOMONITOREO DE OSTRAS/TURBIDITY MONITORING AND OYSTER BIOMONITORING (MEDIDA 34)
- ✦ MONITOREO DE CORALES/ CORAL MONITORING (MEDIDA 34)
- SITIO DEL PROYECTO / PROJECT SITE
- SITIO DE ACOPIO TEMPORAL / TEMPORARY LAYDOWN AREA
- TERRENO PROPIEDA DE CEPA / CEPA PROPERTY



FUENTE / REFERENCE  
 VISION DEL MUNDO 2 IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN /  
 WORLDVIEW 2 HIGH RESOLUTION IMAGERY (2014-02-12)

MAPA CREADO POR / MAP CREATED BY: PFM/SFG  
 MAPA REVISADO POR / MAP CHECKED BY: MW  
 PROYECCIÓN DE MAPA / MAP PROJECTION: UTM ZONE 16 WGS84

PROYECTO / PROJECT: 163489  
 ESTADO / STATUS: FINAL / FINAL  
 FECHA / DATE: 2/7/2018





**Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>funcionamiento de generadores estacionarios</li> <li>funcionamiento del equipo motorizado móvil</li> <li>Tala y descronconado</li> <li>Trabajo de excavación</li> <li>Actividades generales de construcción</li> <li>Construcción relacionada al tránsito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición de los trabajadores y del público a la emisión de contaminantes del aire</li> <li>Emisiones de GHG</li> </ul>	<b>Atenuación</b> <b>1. Reducción de Emisiones de Gases</b>	Desarrollar un Plan de mantenimiento que considere: <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento,</li> <li>Sistema de control/ seguimiento</li> <li>Ubicación de generadores estacionarios 50 m del límite norte del sitio</li> <li>Protocolo anti-paro</li> <li>Uso de autobuses para el transporte de trabajadores de fuera de Acajutla al sitio desde las principales ciudades</li> </ul>	Área del sitio de Proyecto y rutas de transporte y acarreo	EDP	\$2,000.00	Durante la construcción	Sin impacto significativo en la calidad del aire La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte de trabajadores
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Despeje</li> <li>Trabajos de excavación</li> <li>Actividades generales de construcción</li> <li>Tráfico relacionado a la construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Migración de las emisiones de polvo a los receptores fuera de sitio</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>2. Plan de Manejo de Polvo</b>	Plan de Gestión de polvo incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Riego de agua en calles internas del proyecto durante estación seca</li> <li>Control de salida del sitio (lavado de ruedas, endurecimiento de superficies)</li> <li>Estabilizar pilas de almacenamiento</li> <li>Límites de velocidad en las carreteras internas</li> <li>Cubiertas en camiones</li> </ul>	Sitio del proyecto, sitio de acopio temporal, vías de transporte principales y para acarreo de materiales	EDP	\$54,012.00	Durante la construcción	Prevenir Incrementos de polvo a corto plazo en las proximidades del sitio
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de pilotes (en tierra)</li> <li>Trabajo de terracería</li> <li>Construcción, equipo operando</li> <li>Perforación HDD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruidos molestos para las comunidades circundantes y residentes</li> </ul>	<b>Atenuación</b> <b>3. Manejo de ruido durante construcción</b>	Desarrollar Plan de Gestión del Ruido Acumulando que considera: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo, número y ubicación de los pilotes;</li> <li>Uso de técnicas de bajo ruido para pilotes de ser factible (por ejemplo, pilotes vibratorios, pilotes a presión)</li> <li>Horarios de construcción para excavación de pilotes.</li> <li>Horarios para uso de vías primarias y para acarreo de materiales</li> </ul>	Sitio del Proyecto, Sitio de Acopio Temporal, y vías para acarreo de materiales	EDP	\$1,000.00	Duración de actividades de construcción, en particular hincado de pilotes.	Ruidos molestos en corto plazo en un radio de sitio del proyecto durante las horas diurnas.



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD. DE C.V.**

**Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tala y destronconado</li> <li>Trabajos de terracería</li> <li>Actividades de construcción general (en tierra)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida suelo fértil/ mezcla de capas de suelo</li> <li>Posibilidad de efectos sobre la flora y fauna marina por sedimentos que entran en las aguas marinas como consecuencia de la erosión de los materiales en tierra</li> <li>Inundaciones fuera de las instalaciones como consecuencia de eventos pico de escorrentía de agua superficial</li> </ul>	<b>Atenuación</b> <b>4. Manejo de suelo y agua lluvia en construcción</b>	Aplicar las disposiciones para el manejo del suelo previsto en "Instrucción en calidad e instalación, trabajos de excavación, Plantas de Energía" de Wärtilä, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Zanjeado y almacenamiento de suelo orgánico separado del subsuelo</li> <li>El uso de bermas y cercas para controlar la erosión y evitar la escorrentía de sedimentos</li> <li>Cercos para prevenir ingreso de maquinaria en zonas sensibles</li> <li>Proteger o estabilizar material expuesto (re-vegetación, geomembranas, concreto, etc.)</li> <li>Proteger esquinas de zanjas y curvas con rocas o escollera - instalación de dispositivos de disipación de energía en salidas y lugares de descarga</li> <li>Estanques de sedimentación / u otro sistema para eliminar los sedimentos de agua antes de la descarga y estanques para controlar</li> <li>Estanques para controlar la descarga del agua lluvia.</li> </ul>	Sitio General del Proyecto, sitio de acopio temporal, y las zonas de la línea costera que podrían ser susceptibles a la erosión	EDP	\$75,800.00	Antes y durante la duración de las actividades de construcción, incluidas las actividades en las proximidades de la costa	Aprovechamiento de la tierra orgánica, proveniente de la huella del sitio, removida para su uso fuera del sitio.  Liberación de sedimento marino por un corto período, sin efectos significativos sobre la flora y fauna marina.  No hay cambios en el evento de inundación máxima.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de materias primas peligrosas y desechos peligrosos (en terreno del proyecto y zona de acopio temporal)	Liberación accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: <ul style="list-style-type: none"> <li>contaminación del medio ambiente en el lugar, (suelo, aguas superficiales y subterráneas)</li> <li>exposición de los trabajadores a materiales tóxicos o irritantes</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>5. Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos</b>	Utilización de las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación profesional y equipo de protección personal disponible</li> <li>Sobrellenado y protección de derrame</li> <li>Etiquetado y control de inventario</li> <li>Uso de la contención secundaria</li> <li>Materiales incompatibles almacenados en lugares separados</li> <li>Material de respuesta y limpieza por derrames</li> <li>Disponibilidad de extintores de fuego</li> </ul>	Zona de acopio temporal y Sitio de Construcción	EDP	\$12,200.00	Durante la construcción	Bajo riesgo de contaminación significativa del suelo, aguas subterráneas o superficiales como resultado de la construcción
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenaje, manejo, uso y disposición de materias primas peligrosas (en tierra)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación del medio ambiente por la eliminación inadecuada de desechos humanos</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>6. Tratamiento de agua residual domestica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baños portátiles con tanques integrados previstos para los trabajadores</li> <li>Material recolectado será transportado en camiones para su tratamiento y disposición fuera del sitio en una instalación autorizada</li> </ul>	Sitio de construcción y Sitio de acopio temporal.	EDP	\$47,180.00	Durante la construcción	No hay contaminación de desechos humanos en el sitio del proyecto. Descarga de efluentes en la planta de tratamiento de residuos fuera del sitio.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, y desechos peligrosos (mar adentro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>contaminación de las aguas marinas o en los sedimentos por la liberación accidental de materiales peligrosos durante las actividades de construcción</li> <li>posible contaminación de la cadena alimenticia humana</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>7. Materiales peligrosos en Instalación de RCM y FSRU</b>	Además de los procedimientos generales para el almacenamiento y manejo de materiales peligrosos definidos en otros apartados, se utilizarán las siguientes prácticas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenaje de materiales peligrosos, incluyendo combustibles y lubricantes, en áreas confinadas.</li> <li>Equipo para derrames estarán disponibles para su despliegue inmediato en caso de un derrame (booms absorbentes, barreras flotantes de contención de aceite, skimmers)</li> <li>Los trabajadores serán capacitados en la prevención de derrames marinos y para dar respuesta y limpieza durante las actividades de construcción</li> </ul>	Zona de instalación de FSRU	EDP	\$11,520.00	Duración durante la instalación de FSRU y de la tubería	Ninguna contaminación ambiental significativa como resultado de derrames en mar se anticipa



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**



Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	• perforación de pozos de sondeo (en tierra)	• Agujeros sin sellar pueden permitir la migración de material contaminante en las aguas subterráneas	<b>Prevención</b> <b>8. Cierre de perforaciones en suelo</b>	Tapado o sellado de los agujeros abiertos con arcilla bentonita u otro material adecuado	Zona donde se pueden requerir perforaciones (casa de máquinas)	EDP	\$1,000.00	Exploración geotécnica	No hay nuevas vías creadas para la migración de material a las aguas subterráneas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Limpieza de tubería	• contaminación del medio ambiente por la liberación de agua de pruebas hidrostática y de lavado	<b>Prevención</b> <b>9. Descarga de agua de pruebas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El agua de prueba de presión será analizada para confirmar la ausencia de contaminación. El agua libre de contaminación será liberada a un drenaje local. Si se encuentra contaminada por encima de los criterios aplicables, el agua será tratada antes de su descarga.</li> <li>El agua de lavado será recolectada para su eliminación apropiada según sea necesario.</li> </ul>	Sitio para la descarga de agua después de las pruebas.	EDP	\$3,000.00	Conforme finalización de las pruebas hidrostáticas de buques y tuberías	Sin contaminación significativa de la liberación de efluentes de lavado/pruebas hidrostáticas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y destronconado Descapote	• Eliminación de la vegetación dando como resultado el desplazamiento de fauna hacia zonas inadecuadas, que podría causar mortalidad	<b>Atenuación</b> <b>10.Reubicación de fauna Terrestre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Reubicación de Vida Silvestre: antes de iniciar obras, reubicar la fauna (por ejemplo, serpientes) a un hábitat adecuado con el apoyo de una ONG</li> <li>Mantener de jaulas y entrenamiento a trabajadores de la construcción de respetar y proteger la fauna durante la construcción</li> </ul>	Sitio del proyecto y Sitio de Acopio Temporal	EDP	\$6,200.00	Inmediatamente antes de la limpieza, y durante la actividad de tala y destronconado	Reducir la mortalidad de fauna de gran tamaño. Reducir la migración de fauna en zonas cercanas no aptas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y destronconado Descapote	• Pérdida de hábitat y el aumento de la fragmentación del hábitat	<b>Compensación</b> <b>11.Reforestación y Apoyo a FIAES</b>	Restauración del hábitat, siembra de 20,787 árboles: <ul style="list-style-type: none"> <li>Plantación de 546 árboles en terrenos del proyecto</li> <li>El pago de \$211,473.60 a FIAES para su uso en obras de mejoras y protección del medio ambiente en El Salvador</li> </ul>	• Sitio del proyecto	EDP	\$6,655.70	Al final de la construcción	El programa de siembra de árboles no resultará en la pérdida del número de árboles. Los trabajos de restauración que se realicen como parte del programa FIAES compensará la pérdida de hábitat en el lugar
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Instalación de tubería mediante método HDD	• Posible descarga de agua con sedimentos en canaleta y agua de mar	<b>Prevención</b> <b>12. Medidas durante perforación HDD</b>	Instalación de sistema para separar agua-arcilla y sedimentos. Así como uso de material que no afecte vida silvestre, monitoreo de volúmenes para paro en caso de descargas, manejo de descargas accidentales.	• Sitio de Acopio Temporal y ruta de tubería	EDP	\$19,000.00	Durante perforación HDD	Evitar descartas innecesarias de fluido de perforación
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas peligrosas, y desechos comunes y/o peligrosos	• Almacenamiento y eliminación inadecuados de residuos de alimentos atrayente para la fauna	<b>Prevención</b> <b>13.Prevencción de interacción con fauna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los desechos de alimentos se almacenarán en recipientes a prueba de vida silvestre que se vacían y limpian con regularidad</li> <li>Todos los desechos serán eliminados adecuadamente</li> </ul>	Sitio del Proyecto, sitio de acopio temporal, servidumbre de tubería, y muelle temporal	EDP	\$2,400.00	Duración de las actividades de construcción	No hay atrayentes importantes para la fauna relacionados con el almacenamiento y la manipulación de los alimentos y sus desechos



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**

Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades Generales de Instalación (mar adentro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>La iluminación artificial necesaria para la construcción puede afectar el comportamiento de la fauna marina, incluyendo tortugas</li> </ul>	<b>Atenuación</b> <b>14. Plan de Iluminación de Construcción en el mar</b>	Aplicar el Plan de Gestión de iluminación: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la iluminación en áreas no esenciales, en particular durante los períodos críticos de tiempo de ciclo de vida (por ejemplo, de anidación de tortugas)</li> <li>Utilización de protectores para dirigir las luces a las áreas que requieran iluminación</li> <li>Evitar luz directa en el agua excepto por observaciones periódicas de seguridad</li> <li>Montaje de luces bajas donde sea posible</li> <li>Uso de luces de longitud de onda larga (ej., ámbar) que hacen la luz menos intensa para los animales nocturnos.</li> </ul>	Zona de FSRU y Tubería	EDP	\$1,000.00	Duración de las actividades en mar adentro	Reducir la iluminación que puede perturbar el comportamiento fauna marina
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Excavación de zanja para tubería	<ul style="list-style-type: none"> <li>La excavación incrementará la cantidad de sedimentos suspendidos en la columna de agua, así como la turbidez</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>15. Medidas para Reducir la Turbidez y Biomonitorio de Ostras</b>	Parar o reducir temporalmente las actividades de excavación si se detecta un exceso en los límites de turbidez durante el monitoreo. A la vez que realizar biomonitorio de ostras.	Puntos M1 y M23, así como zona de ostras	EDP	\$6,600.00	Establecer previo al comienzo de las actividades de excavación y mantener mientras duren las actividades de excavación	Temporal y localizado con menor impacto a la flora y fauna acuática
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tala y destronconado</li> <li>Terracería</li> <li>Actividades generales de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo de seguridad al público por actividades generales de construcción, incluyendo el uso de maquinaria pesada</li> <li>Las actividades de construcción pueden causar trastornos y molestias para los residentes locales o de negocios (quejas)</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>16. Plan de Gestión Ambiental y Social</b>	Establecer un programa de enlace con la comunidad para ser atendido por dos oficiales de relaciones, cuyas responsabilidades incluyen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener la presencia de una oficina de enlace con la comunidad fuera de las instalaciones</li> <li>Implementar un plan de comunicación que incluye reuniones, materiales, entrevistas, incluida la información/material educativo para el municipio, las escuelas y la comunidad.</li> <li>Hacer sabedora a la comunidad, de la existencia del Mecanismo de Quejas. Registrar y solventar las quejas que sean presentadas por los actores.</li> </ul>	Alrededor de las comunidades, escuelas, municipio	EDP	\$84,150.00	Establecer antes del inicio de la construcción y mantenimiento durante la construcción	Conocimiento amplio del proyecto y los riesgos del público en general Bajo riesgo de ingreso no autorizada o riesgo de seguridad para público Responder a todas las denuncias válidas y las quejas registradas en la oficina
Preparación del Sitio, Construcción	Actividades Generales de instalación – mar adentro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo de seguridad para el público (navegantes y pescadores) que operan en el entorno del muelle temporal, tubería, y barcos necesarios para la instalación de tubería y RCM</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>17. Seguridad en mar abierto</b>	Consulta con CEPA y la Autoridad Marítimo Portuaria (AMP), para desarrollar un plan de seguridad, durante la construcción incluyendo consideraciones para: <ul style="list-style-type: none"> <li>Formalizar la zona de exclusión durante la construcción con AMP en acuerdo con CEPA. Esta zona de exclusión aplica para todos los buques incluidos el tráfico comercial del puerto.</li> <li>Una zona de seguridad adicional de aproximadamente 500m de radio, aplicable para los buques que no sean de CEPA, ALBA, RASA, CENERGICA o EDP.</li> <li>Plan de cumplimiento de perímetro de seguridad.</li> <li>/Refuerzo de la comunicación con/y educación de los pescadores locales y otros navegantes activos en la zona</li> </ul>	Sitio del proyecto en el mar adentro	EDP	\$5,500.00	Antes del inicio de la construcción	Bajo riesgo de incidentes significativos de seguridad hacia los navegantes y pescadores



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**

**Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Trafico relacionado a la construcción	El tráfico del proyecto en caminos públicos puede: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear riesgo para la seguridad pública (colisiones y accidentes)</li> <li>• Causar congestionamientos de tráfico</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>18. Plan de Tráfico</b>	Plan de Gestión de Tráfico incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso del transporte colectivo para los trabajadores (autobuses) para reducir los movimientos de vehículos</li> <li>• Especificación de rutas de acarreo designadas</li> <li>• No vehículos pesados en las carreteras locales</li> <li>• Los conductores recibirán capacitación sobre el Plan de Gestión de Tráfico.</li> <li>• Publicidad en cuanto a cierres o bloqueos a las horas de tráfico de poca actividad</li> <li>• señalización apropiada de controladores de tráfico</li> <li>• Consulta con el municipio, las comunidades locales, y las escuelas locales sobre el plan de tráfico y los peligros del tráfico</li> </ul>	Sitio del Proyecto, rutas de transporte y acopio	EDP	\$1,820.00	Duración de la Construcción	No hay un aumento significativo en el riesgo para la seguridad pública de tráfico relacionados con el proyecto  Menor congestión periódica de la carretera principal de acceso al sitio
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Gestión de la fuerza laboral de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La afluencia de personas que buscan empleo y la creciente demanda de servicios sociales y la posible interrupción de la paz y la seguridad de la comunidad</li> <li>• Seguridad y peligro para la seguridad, por el conjunto de personas que buscan empleo en las instalaciones</li> </ul>	<b>Prevención/ atenuación</b> <b>19. Empleo de Trabajadores locales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratar a un oficial de contrataciones local, para apoyar a EDP y a los contratistas con la identificación de trabajadores locales calificados y no calificados</li> <li>• Ampliar la oficina fuera de las instalaciones en Acajutla para su uso por parte de EDP y contratistas como centro de contratación local</li> <li>• Publicar que las contrataciones se enfocarán en personal local y que no se harán contrataciones en las puertas de las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La entrada del sitio</li> <li>• Zona comercial Acajutla</li> <li>• Oficina del Proyecto</li> </ul>	EDP	\$25,500.00	Antes y durante la construcción	Beneficio neto esperado de la economía local a través de la contratación y uso de proveedores de servicios locales.  Se espera alguna afluencia de solicitantes de empleo, pero con cambios mínimos a la base local de la población, la demanda de servicios locales, paz y seguridad
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas de seguridad, por el desarrollo de puestos de comida y comerciantes informales, cerca de la entrada a las instalaciones</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>20. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio</b>	Además de proporcionar instalaciones/opciones de comedor in situ, proporcionar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación a los trabajadores para desalentar las compras en tiendas informales</li> <li>• Señales prohibiendo tiendas informales en la valla exterior de la propiedad</li> <li>• Coordinar con el municipio para remover tiendas informales</li> </ul>	Entrada al sitio	EDP	\$ 700.00	Duración de la construcción	Reducir el incentivo para que los comerciantes informales se ubiquen cerca de la entrada a las instalaciones
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tala y destronchado</li> <li>• Terracería</li> <li>• Hincado de pilotes</li> <li>• Actividades Generales de Construcción - en tierra</li> <li>• Prueba hidrostática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las actividades de construcción pueden suponer peligro para la seguridad de los trabajadores de CEPA y el público en el uso de campos deportivos de CEPA</li> </ul>	<b>Prevención / atenuación</b> <b>21. Barrera de seguridad de tubería</b>	Proporcionar una barrera de seguridad para garantizar la seguridad del público.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitio de acopio temporal</li> <li>• Ruta de Tubería</li> </ul>	EDP	\$8,822.00	Durante las actividades de construcción y pruebas en corredor de la tubería	Prevención del acceso de trabajadores de CEPA y público, a las áreas de construcción activas



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**



Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

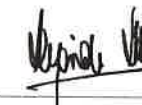
Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad general de la construcción mar adentro</li> <li>Presencia física de terminal marítima</li> </ul>	Las actividades de instalación de FSRU y Tubería, producirán: <ul style="list-style-type: none"> <li>Restringir las zonas de pesca de los pescadores "ostreros" y "tuberos".</li> </ul>	<b>Compensación</b> <b>22.Compensación a Pescadores</b>	Para compensar a los miembros de las cooperativas de pescadores, afectados por distancias de viaje más largas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de un nuevo winche en el muelle artesanal</li> <li>Instalación de 15 "Dispositivos Agregadores de Peces" (FAD) Para compensar a los pescadores "Ostreros"</li> <li>Instalación de arrecifes artificiales Para compensar 57 pescadores conocidos como "tuberos" y "Ostreros", permitir elegir entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>Participar en la construcción de un barco de remo, completando con entrenamiento en seguridad (manejo del producto, y recepción de equipo básico de pesca; o,</li> <li>Recibir capacitación en una línea alternativa de trabajo con el objetivo de salir del rubro de la pesca.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FAD- Noroeste de Muelle Artesanal</li> <li>Arrecifes Artificiales- Norte del Muelle Artesanal</li> <li>Winche- Muelle Artesanal</li> <li>Equipo y Capacitaciones- A definir (Muelle Artesanal)</li> </ul>	EDP	\$55,650.90	Instalación completa de FAD, Arrecifes y winche, e iniciar la capacitación de ostreros y tuberos, antes del inicio de la construcción	El costo y el tiempo de navegación más larga para los cooperativistas serán compensados por las mejoras en el winche del muelle artesanal, y la instalación de los FAD's. Los medios de vida de los ostreros locales, se verá mejorada por el desarrollo del arrecife artificial. Los medios de vida de los tuberos locales, se verán compensados por equipo/entrenamiento Mejorar la seguridad de los pescadores
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operaciones Gestión de Aguas Residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de aguas residuales</li> </ul>	<b>Preventivo</b> <b>23.Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales</b>	Instalación de la planta para el tratamiento de aguas residuales en la Central Térmica y el FSRU.	Central Térmica: Al sur-oeste de la propiedad (Ver figura de localización de las medidas ambientales) Terminal Marítima: FSRU	EDP	\$89,948.00	Instalación durante la fase de construcción	Toda agua de proceso y aguas residuales tratadas deben cumplir con las normas aplicables
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de operaciones Incremento de escorrentía superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de drenaje de aguas superficiales potencialmente contaminadas por aceites y grasas</li> </ul>	<b>Preventivo</b> <b>24.Separador agua-aceite</b>	Instalación de un sistema de tratamiento de aguas con residuos de aceite, para tratar agua potencialmente contaminada del drenaje superficial.	Oeste de la propiedad (Ver figura de localización de las medidas ambientales)	EDP	\$16,480.00	Instalación durante la fase de construcción	Toda el agua tratada debe cumplir con las normas aplicables
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Presencia física de las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundaciones fuera de las instalaciones como consecuencia de un aumento de caudal de los eventos de escorrentía de agua superficial</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>25.Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de estanque de sedimentación. El sistema final de gestión de aguas pluviales considerará técnicas "Desarrollo de de Bajo Impacto" (LID Low Impact Development) como: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de áreas impermeables; pavimentación permeable; cunetas y bioretención; y con vegetación de paisajismo.</li> <li>Abordar el resto del flujo de agua superficial del sistema de gestión de aguas pluviales permanentes.</li> </ul> </li> </ul>	Los estanques de sedimentación se localizarán al Sur del Sitio del Proyecto	EDP	\$12,000.00	Antes de iniciar operaciones	No se esperaba tener un cambio significativo en el potencial de inundaciones aguas abajo del sitio, por un aumento del caudal máximo.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación - actividades generales de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase de Operaciones Equipos para combatir incendios</li> </ul>	<b>Preventivo</b> <b>26.Sistema de Protección contra incendios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación del equipo de extinción de incendios: extintores, hidrantes, mangueras, válvulas, unidades móvil espuma, etc.</li> <li>Proveer entrenamiento en extinción de incendios y simulacros.</li> </ul>	Instalaciones generales incluyendo Central Térmica y Terminal Marina	EDP	\$119,295.00	Instalación y capacitación para ser completado antes del comienzo de las operaciones	Buenas prácticas internacionales de la industria de la preparación para la lucha contra incendios



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**

**Tabla 3-53 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación - actividades generales de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liberación accidental o fugas de gas natural</li> </ul>	<b>Preventivo 27. Sistema de Detección de Fugas</b>	Equipos de detección de fugas en la Central Térmica (fijo), tuberías y Puerto de CEPA, así como medidores de gas portátiles para detectar fugas en las inspecciones visuales de las instalaciones.	Tubería de GN, FSRU	EDP	\$16,000.00	Compra de medidores antes de iniciar las operaciones	Inspecciones periódicas ayudarán a identificar fugas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación - Operación del pozo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de agua subterránea</li> </ul>	<b>Preventivo 28. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo</b>	Instalación de equipo de control de flujo, y medición de niveles y parámetros en pozos de monitoreo.	Pozos	EDP	\$3,100.00	Instalación antes de comenzar las operaciones	La extracción del agua no debe sobrepasar el límite establecido en el permiso
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción- mar adentro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo al público y a los trabajadores</li> </ul>	<b>Preventivo 29. Minimización de Vectores de Enfermedades</b>	Minimizar/remover áreas con estancamientos de agua, y proveer entrenamiento a los empleados para minimizar los sitios de vectores.	Central Térmica y Sitio de Acopio Temporal	EDP	\$2,400.00	Durante las actividades de construcción	Eliminación de hábitats de reproducción de mosquitos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción- mar adentro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbación de hábitat marino</li> </ul>	<b>Atenuación 30. Centro de rescate de fauna</b>	Instalar un centro de rescate de fauna marina en colaboración con el MARN para recuperación de animales marinos que pudiesen resultar afectados durante la construcción del proyecto.	Vivienda cercana a la costa	EDP	\$37,300.00	Durante las actividades de construcción	Animales varados o enfermos asistidos. Perturbación minimizada a los hábitats marinos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción- mar adentro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbación de hábitat marino</li> </ul>	<b>Preventivo 31. Monitoreo de corales</b>	Monitoreo de corales pétreos y blandos	Puntos de barcos hundidos	EDP	\$ 12,500.00	Antes de iniciar obras en el mar, durante y despues de obras en el mar.	Registro del estado de corales pétreos y blando
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Entrega de GNL Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo al público y a las actividades industriales cercanas por un evento catastrófico (derrames mayores de GNL/GN, grandes incendios, explosión)</li> </ul>	<b>Preventivo 32. Evaluación detallada de riesgos y plan de contingencia</b>	Realizar una evaluación detallada del riesgo como parte del trabajo de diseño detallado final. <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de un Plan de Manejo de Riesgo de Grandes Amenazas y Plan de Contingencia.</li> <li>Entrenamiento y simulacros</li> </ul>	FSRU	EDP	\$100,000.00	Previo al inicio de operaciones	Riesgos a la seguridad pública dentro de las normas salvadoreñas y Buenas Prácticas Internacionales para la Industria
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Entrega de GNL Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo al público y a la integridad de las instalaciones y sistemas de contención y transporte de GN/GNL ante amenazas de tsunamis de ampo cercano y lejano</li> </ul>	<b>Preventivo 33. Sistema de alerta de tsunami</b>	Instalación de un sistema de alerta de tsunamis independiente del PTWC consistente en instrumentos de medición sísmica instalados en tierra en el sitio del proyecto, información sísmológica nacional y árbol de decisión	FSRU, y instrumentos de medición sísmica instalados en tierra en el sitio del proyecto	EDP	\$3,000.00	Previo al inicio de operaciones	Establecimiento de sistema de alerta de tsunami independiente del PWTC para preparaciones inmediatas.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Entrega de GNL Almacenamiento, manejo y regasificación de GN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo al público y a las actividades industriales cercanas por un evento de fuga de GN</li> </ul>	<b>Preventivo 34. Instalación de válvula de aislamiento</b>	Instalación de válvula de aislamiento en tierra para reducir el inventario de gas en tubería que pueda ser liberado en caso de fuga.	Entrada de tubería en tierra.	EDP	\$30,000.00	Instalación antes de comenzar las operaciones	Reducción de los niveles de riesgo en caso de fuga en la tubería de transporte de GN.
<b>TOTAL</b>							<b>\$873,733.60</b>		



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**

**Tabla 3-54 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción**

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Atenuación</b> 1. Reducción de Emisiones de Gases	Registro de mantenimiento	Oficina de construcción del proyecto	Mensual	Revisión del registro	EDP	Verificar que el mantenimiento se realiza de acuerdo con el plan	Mejorar el mantenimiento según el programa	Página 3-3
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 2. Plan de Manejo de Polvo	Exceso emisiones de polvo	Todas las áreas de construcción activas donde hay terreno descubierto	Diario /semanal	comprobación visual semanal de las emisiones excesivas de polvo por monitoreo ambiental del sitio Inspección semanal de las medidas de mitigación del polvo	EDP	Confirmar que los controles del polvo son eficaces para evitar la migración significativa fuera del sitio de polvo por vía aérea o vehículos	Si la migración excesiva de polvo se lleva a cabo se debe detener la actividad que la causa y aplicar las medidas de control adecuadas en el lugar, o hasta que las condiciones meteorológicas cambien (como por ejemplo la lluvia o reducción de viento)	Página 3-3
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Atenuación</b> 3. Manejo de ruido durante construcción	Ruido molesto	Áreas residenciales cercanas	No aplica	quejas de las partes interesadas	EDP	Todas las quejas de ruido se deben investigar para identificar la causa raíz	Introducir medidas de control para hacer frente a las quejas por molestias válidas por ruido y dar seguimiento de comunicación con el denunciante	Página 3-5
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Atenuación</b> 4. Manejo de suelo y agua lluvia en construcción	Condiciones físicas del suelo	Áreas sujetas a movimientos de tierra y excavaciones	Semanal	Inspección semanal de suelos expuestos y canales de drenaje para el exceso de erosión y sedimentación	EDP	Confirmar que los controles de sedimentos son eficaces para evitar la erosión significativa / sedimentación	Si hay erosión excesiva introducir medidas adicionales de estabilización para control	Página 3-6
		Inundación	Sitios de descarga de agua lluvia y canaleta de CEPA en punto de descarga	Semanal durante la temporada de lluvias - mensualmente durante la estación seca	Inspección visual del sistema de gestión de las aguas pluviales para comprobar la capacidad e integridad, y cualquier evidencia o riesgo de inundaciones y erosión	EDP	Verificar que no hay erosión, señales de inundaciones, daños en canaleta	Tomar acciones correctivas mejorando la infraestructura de canalización o estanque de retención	Página 3-6
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>5. Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos</b>	Manejo adecuado: almacenamiento en zona vallada, MSDS disponibles, instalación contención secundaria.	Sitio para el almacenamiento de materiales peligrosos	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Todos los materiales peligrosos deben ser de almacenamiento según sus características	Correcto almacenaje de materiales y refuerzo de capacitación al responsable del área	Página 3-9
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 6. Tratamiento de agua residual domestica	Presencia y uso de sanitarios portátiles	En frentes de trabajo	Mensual	Inspección visual, registro de renta, registro de limpieza	EDP	Comparar número de sanitarios con registro de trabajadores, debe haber uno cada 25 trabajadores. Los sanitarios deben estar en buen estado y ser limpiados periódicamente	Contratar más sanitarios portátiles y solicitar su limpieza y mantenimiento	Página 3-13



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD. DE C.V.**



Tabla 3-54 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción									
Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 7. Materiales peligrosos en Instalación de RCM y FSRU	Registros de capacitaciones y accidentes, equipos de derrames y aceite biodegradable	En plantel de construcción	Semestral	Entrevistas a personal, registro de compra y fotográfico	Titular	Prevenir daño a las personal, infraestructura y medio ambiente	Actualización de los temas de las capacitaciones y compra de equipo que haga falta	Página 3-15
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 8. Cierre de perforaciones en suelo	Presencia de agujeros abiertos en la propiedad	Sitio de construcción de tanques y casa de máquinas	Fin construcción de fundaciones	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verifique que todos los agujeros abiertos en el suelo están cerrados	Cerrar los orificios abiertos en el suelo	Página 3-16
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 9. Descarga de agua de pruebas	Toma de muestras de agua de agua de ensayo	Antes de punto de descarga	Antes descarga, al final de la construcción	Muestreo con Equipamiento del lugar: sedimentos suspendidos, aceite y grasa	EDP	Verifique que los parámetros son según la normativa	Tratar el agua antes de su vertido	Página 3-16
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Atenuación</b> 10. Reubicación de fauna	Presencia de fauna en el sitio	Propiedad del proyecto, las áreas de extendido, y corredor de tubería	Una vez, antes de iniciar el desalojo de la propiedad	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verificar que no hay fauna establecida presente en el sitio	Aplicar el programa de reubicación	Página 3-17
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Compensación</b> 11. Reforestación y Apoyo a FIAES	Número de especies plantadas, registro de pagos a FIAES	Áreas verdes del terreno	Semanal	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verificar el establecimiento de la plantación	Cuido y mantenimiento o replantación de especies dañadas	Página 3-19
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 12. Medidas durante perforación HDD	Turbidez en el agua	Efluente de sistema separador arcilla y sedimentos.	Mensual	Muestreo y análisis de solidos suspendidos totales y solidos suspendidos	EDP	NSO 13.49.01:09, sólidos sedimentables 1 mg/L, sólidos suspendidos totales 60 mg/L.	Mejorar sistema de retención o incremento de tiempo de concentración de efluente.	Página 3-28
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 13. Prevención de interacción con fauna	Depósitos para desechos sólidos	Frente de trabajo dentro de las instalaciones	Semanal	Inspección visual	EDP	Verificar la instalación de depósitos y su uso adecuado	Asegurar desalojo y disposición final adecuada	Página 3-31
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Atenuación</b> 14. Plan de Iluminación de Construcción en el Mar	Iluminación en sitio de FSRU y tubería	Zona FSRU y tubería a excavar	Mensualmente durante construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	La iluminación no debe ser dirigido al agua de mar excepto por observaciones periódicas de seguridad	Corregir la dirección de la iluminación	Página 3-32
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 15. Medidas para Reducir la Turbidez and Biomonitorio de Ostras	Turbiedad en el agua y metales en ostras	M1 (13°35'3.10"N y 89°50'42.35"O) y M3 (13°35'1.49"N y 89°50'42.19"O) y bancos de ostras	La turbidez Semanal Y el biomonitorio en ostras cada dos meses	material de obra y análisis en laboratorio	EDP	La turbidez debe cumplir con 75NTU promedio 30 días y 100NTU promedio 7 días; Metales en ostras no deben estar por encima de la línea de base (primera medición antes de obras)	Mejorar las medidas para control de sedimentación	Página 3-33



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**



Tabla 3-54 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción									
Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 16. Plan de Gestión Ambiental y Social	Corroborar la información de la población sobre el proyecto y conflictos que se presenten	Registro de reuniones y quejas	Mensual	Revisar quejas y su resolución	EDP	Verificar que se ha dado información del proyecto y resolución de conflictos	Mejorar los medios de información a la población y la atención de quejas	Página 3-34
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 17. Seguridad en mar abierto	Incidentes y accidentes	Alrededor del sitio de FSRU y excavación de tubería	Mensual	Revise la estadística de accidentes y la causa de ellos	EDP	Revisar la causa de accidentes	Instalar medidas para prevenir accidentes y mejorar la coordinación	Página 3-36
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 18. Plan de Tráfico	Quejas de la población	Oficina de comunicaciones	Mensual	Revise si hay alguna queja de la comunidad o accidentes relacionados con el tráfico	EDP	Revisar la causa de la queja o accidente	Mejorar la capacitación a al personal a cargo del transporte de materiales o equipos	Página 3-37
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención/ atenuación</b> 19. Empleo de Trabajadores locales	Número de personas de la comunidad contratado para el proyecto	Oficina de comunicaciones	Mensual	Revisión de Estadísticas de las personas contratadas para el proyecto	EDP	Compare la actual contratación con el objetivo del 100% de trabajadores no cualificados del área local	Mejorar el mecanismo para la contratación de personal para incorporar a más personas de Acajutla	Página 3-38
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 20. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio	Tiendas informales alrededor del sitio del proyecto	En el perímetro de la zona del proyecto	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	No deben instalarse tiendas	Mejorar las medidas con los trabajadores	Página 3-38
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención / atenuación</b> 21. Barrera de seguridad de tubería	Presencia de barrera	Costa en el pasillo para la tubería	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	La barrera debe ser instalada	Instalar la barrera, si no se instala correctamente o faltan piezas	Página 3-39
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Compensación</b> 22. Compensación a Pescadores	Instalación de winche, en el muelle artesanal, arrecifes artificiales y FDAs	Muelle artesanal	6 meses y 1 año después de la finalización de la instalación	La inspección del sitio y registro fotográfico Entrevista para verificar la eficacia de la FAD	EDP	El cabrestante debe ser instalado. Se deben instalar los FAD y Arrecifes	Instale el equipo..	Página 3-40
		Programa de compensación para pescadores independientes	NA	Antes de comenzar el programa para establecer la línea de base, luego 6 meses, 1 año y 2 años después de la finalización del programa de compensación	Entrevistar a cada pescador independiente sobre el estado de su medio de vida	EDP	Comparar sustento a los valores de línea base	Proporcionar asistencia correctiva para todos los pescadores cuyo sustento se empeore como resultado del proyecto	Página 3-40



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD.A. DE C.V.**

Tabla 3-54 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Preventivo</b> 23. Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales	Análisis de la calidad del agua: DBO5, DQO, pH, Aceites y Grasas Sólidos Sedimentables Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes totales (CT)	Punto de salida de efluente de planta de tratamiento	Trimestral (4 veces por año)	Las muestras individuales sometidas a análisis analíticos de laboratorio siguiendo los estándares NSO aplicables.	EDP	NSO 13.49.01:09, DBO5 60 mg/L, DQO 60 mg/L, pH, grasa y aceites 20 mg/L, sólidos sedimentables 1 mg/L, sólidos suspendidos totales 60 mg/L, Temperatura 20-35 °C, cloruros (reportar, no hay norma), caudal (punto "a" o "b")	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación	Página 3-41
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Preventivo</b> 24. Separador agua-aceite	Muestreo de la calidad del agua: el aceite y grasa e hidrocarburos	Antes de descarga en canaleta de CEPA	Trimestral (4 veces al año)	muestras individuales para su análisis analítico de laboratorio	EDP	Comparación los criterios de calidad del agua de superficie aplicable: Grasa y Aceites 20 mg/L, no debe haber presencia de hidrocarburos	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación	Página 3-47
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Prevención</b> 25. Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia	Inundación	Características Gestión manejo de agua superficial	Semanal durante la temporada de lluvias - mensualmente durante la estación seca	La inspección visual del sistema de gestión de las aguas pluviales para comprobar la capacidad e integridad, y cualquier evidencia o riesgo de inundaciones y erosión	EDP	Comparación con las especificaciones de diseño del sistema	Si las inspecciones indican un riesgo de inundación o erosión tomar acciones correctivas	Página 3-50
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Preventivo</b> 26. Sistema de Protección contra incendios	Instalación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos	EDP	Los equipos deben de operar de acuerdo a las especificaciones de los mismos	Reemplazo de equipos defectuosos	Página 3-52
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Preventivo</b> 27. Sistema de Detección de Fugas	Instalación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos	EDP	Los equipos deben de operar de acuerdo a las especificaciones de los mismos	Reemplazo de equipos defectuosos	Página 3-53
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Preventivo</b> 28. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo	Caudal de extracción, niveles piezométricos y parámetros que indiquen intrusión salina	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas situadas hacia arriba y abajo del gradiente del pozo y pozo de proyecto	Trimestral (4 veces al año)	Muestras individuales presentados para su análisis analítico de laboratorio	EDP	Comparación a las condiciones de línea de base	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación e investigar las medidas correctivas necesarias	Página 3-54
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>Preventivo</b> 29. Minimización de Vectores de Enfermedades	Presencia de larvas de mosquito	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de deposición</li> <li>Áreas de agua estancada (por ejemplo, un estanque de aguas pluviales) sitio en general</li> </ul>	2 veces por semana (puede ser reducida en la estación seca)	Inspección visual	EDP	Presencia del hábitat de reproducción, la presencia de larvas en el agua	Eliminar el hábitat de reproducción siempre que sea posible. De lo contrario, si las larvas persisten tratar con larvícida	Página 3-59



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTDÁ. DE C.V.**

Tabla 3-54 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción									
Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>30. Centro de rescate de fauna</b>	Instalación y equipamiento del Centro de Rescate de Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vivienda cercana a la costa</li> </ul>	Trimestral (4 veces al año)	Inspección en el sitio	EDP	Operatividad del Centro de Rescate de Fauna	Definir capacidad de asistencia. En caso fuese necesario identificar centros de rescate alternativos	Página 3-59
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>31. Monitoreo de corales</b>	Corales duros individuales y/o coloniales: registro de fisonomía (coloración, herbivoría, % de blanqueamiento, hábitat, especies que lo o los rodean, cobertura de arena o lodo) perímetro, diámetro y altura. Corales blandos: Tamaño de la base, ancho y altura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punto de barcos hundidos (tres sitios de 100m2 cada uno)</li> </ul>	Previo inicio de trabajos en el mar, Previo inicio de actividades de dragado, Durante actividades de dragado, Al terminar actividades de dragado Al finalizar construcción en el mar.	Verificación de informes de monitoreo y registro fotográfico	EDP	Identificación de alteraciones, respecto a la línea base	Comparación de resultados respecto a la línea base	Página 3-64
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>32. Evaluación detallada de riesgo y plan de contingencia</b>	Establecimiento del plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Central Térmica, Tubería y FSRU</li> </ul>	1 vez previo al inicio de fase de operaciones.	Verificar que el plan esté establecido, coordinación con autoridades y entrenamiento a empleados	EDP	Es plan deberá contener todos los aspectos establecidos en el capítulo 9	Completar o justificar lo que haga falta	Página 3-655
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>33. Sistema de alerta de tsunami</b>	Instalación de instrumentos de medición sísmica, acceso a información sísmológica nacional y árbol de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>FSRU, y instrumentos de medición sísmica instalados en tierra en el sitio del proyecto</li> </ul>	1 vez previo al inicio de fase de operaciones.	Registro de compra e instalación de instrumentos de medición sísmica y árbol de decisión	EDP	Árbol de decisión, vinculado al plan de contingencias	Plan de contingencias robustecido	Página 3-68
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<b>34. Instalación de válvula de aislamiento</b>	Instalación de válvula ESD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrada de tubería en tierra.</li> </ul>	1 vez previo al inicio de fase de operaciones.	Registro de compra e instalación de válvula	EDP	Definición de los tiempos de respuesta de la válvula de aislamiento	Ajuste de estudios de riesgo posteriores conforme especificaciones de la válvula	Página 3-70



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
 LTDA. DE C.V.**



Tabla 3-55 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción																																													
Etapa de Ejecución	Medida ambiental	Año 1												MESES/ COSTO AÑO 1	Año 2												MESES/ COSTO AÑO 2	Año 3												Año 4				MESES/ COSTO AÑO 4	Monto Calculado de la Medida Ambiental
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Atenuación				1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$2,000.00				
	1. Reducción de Emisiones de Gases													\$444.44													\$666.67													\$888.89					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Prevenición										1	1	2	1	1	1	1								1	1	6	1	1	1	1							1	1	1	1	10	\$54,012.00		
	2. Plan de Manejo de Polvo													\$6,001.33													\$18,004.00													\$30,006.67					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Atenuación				1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$1,000.00					
	3. Manejo de ruido durante construcción													\$222.22													\$333.33													\$444.44					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Atenuación				1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1									4	\$75,800.00					
	4. Manejo de suelo y agua lluvia en construcción													\$25,266.67													\$37,900.00													\$12,633.33					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Prevenición				1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$12,200.00					
	5. Manejo y Almacenamiento de Materiales Peligrosos													\$2,711.11													\$4,066.67													\$5,422.22					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Prevenición				1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$47,180.00					
	5. Tratamiento de agua residual domestica													\$10,484.44													\$15,726.67													\$20,968.89					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Prevenición															1	1	1								3														\$11,520.00					
	7. Materiales peligrosos en instalación de RCM y FSRU																																												
Construcción Cierre	Prevenición												0										1	1	1	3													0	\$1,000.00					
	8. Cierre de perforaciones en suelo													\$													\$1,000.00													\$					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Prevenición												0													0													3	\$3,000.00					
	9. Descarga de agua de pruebas													\$													\$													\$3,000.00					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Atenuación				1	1	1						3			1	1	1								3													0	\$6,200.00					
	10. Reubicación de fauna Terrestre													\$3,100.00													\$3,100.00													\$					



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**



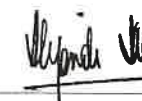
Tabla 3-55 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida ambiental	Año 1												MESES/ COSTO AÑO 1	Año 2												MESES/ COSTO AÑO 2	Año 3												Año 4				MESES/ COSTO AÑO 4-5	Monto Calculado de la Medida Ambiental									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4											
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	11. Compensación					1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$6,655.70		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	11. Reforestación y Apoyo a (FIAES)													\$1,479.05														\$2,218.57																					\$2,958.09					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	12. Medidas durante perforación HDD																			1	1	1							3																								\$19,000.00	
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	12. Prevención de perforación HDD																																																		\$19,000.00			
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	13. Prevención de interacción con fauna					1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$2,400.00	
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	13. Prevención de interacción con fauna													\$533.33																																			\$800.00					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	14. Plan de Atenuación de Iluminación de Construcción en el Mar					1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	\$1,000.00		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	14. Plan de Atenuación de Iluminación de Construcción en el Mar													\$275.86																																				\$413.79				
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	15. Medidas para Reducir la Turbidez and Biomonitorio de Ostras																			1	1							2																					0	\$6,600.00				
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	15. Medidas para Reducir la Turbidez and Biomonitorio de Ostras																																																	\$6,600.00				
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	16. Plan de Gestión Ambiental y Social					1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$84,150.00	
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	16. Plan de Gestión Ambiental y Social													\$20,468.92																																				\$36,389.19				
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	17. Seguridad en mar abierto					1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	\$5,500.00			
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	17. Seguridad en mar abierto													\$1,517.24																																					\$1,706.90			
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	18. Plan de Tráfico					1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$1,820.00		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	18. Plan de Tráfico													\$404.44																																							\$808.89	
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	19. Empleo de Trabajadores locales					1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$25,500.00		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	19. Empleo de Trabajadores locales													\$5,666.67																																							\$11,333.33	
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	19. Empleo de Trabajadores locales					1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$700.00



Tabla 3-55 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida ambiental	Año 1												MESES/ COSTO AÑO 1	Año 2												MESES/ COSTO AÑO 2	Año 3												MESES/ COSTO AÑO 4	Monto Calculado de la Medida Ambiental																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			1	2	3	4																				
de Sitio, Construcción Cierre	20. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio																																							\$155.56	\$233.33																				\$311.11				
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Prevencción / atenuación 21. Barrera de seguridad de tubería													1	1	1	1	1	1																						0	6																			\$8,822.00	\$ -	0	\$ -	\$8,822.00
Preparación de sitio	Compensación 22. Compensación a Pescadores	1	1	1	1	1	1																																	6	0																			\$55,650.90	\$ -	0	\$ -	\$55,650.90	
Construcción Cierre	Preventivo 23. Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales																																						0	0																			\$ -	\$ -	3	\$89,948.00	\$89,948.00		
Construcción Cierre	Preventivo 24. Separador agua-aceite																																						0	0																			\$ -	\$ -	3	\$16,480.00	\$16,480.00		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Prevencción 25. Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia																																						3	0																			\$12,000.00	\$ -	0	\$ -	\$12,000.00		
Construcción Cierre	Preventivo 26. Sistema de Protección contra incendios																																						0	0																			\$ -	\$ -	6	\$119,295.00	\$119,295.00		
Construcción Cierre	Preventivo 27. Sistema de Detección de Fugas																																						0	0																			\$ -	\$ -	3	\$16,000.00	\$16,000.00		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	Preventivo 28. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo																																						0	0																			\$3,100.00	\$ -	3	\$ -	\$3,100.00		
Preparación	Preventivo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	\$2,400.00		



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**

**Tabla 3-55 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción**

Etapa de Ejecución	Medida ambiental	Año 1												MESES/ COSTO AÑO 1	Año 2												MESES/ COSTO AÑO 2	Año 3												Año 4				MESES/ COSTO AÑO 4	Monto Calculado de la Medida Ambiental																																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4																																											
de Sitio, Construcción Cierre	29. Minimización de Vectores de Enfermedades																																					\$533.33																			\$800.00																					\$1,066.67								
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	30. Centro de Rescate de Fauna																																					6	\$37,300.00																					\$37,300.00																										
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	31. Monitoreo de corales					1	1	1	1	1	1	1	1																									8	\$3,448.28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$5,172.41																					9	\$12,500.00	\$3,879.31		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	32. Evaluación detallada de riesgos y plan de contingencia									1	1	1	1																									4	\$50,000.00	1	1	1	1																		4	\$50,000.00		0	\$100,000.00																					
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	33. Sistema de alerta de tsunami																																					0																						0																						6	\$3,000.00	\$3,000.00		
Preparación de Sitio, Construcción Cierre	34. Instalación de válvula de aislamiento																																						0																							0																						6	\$30,000.00	\$30,000.00
<b>TOTAL POR AÑO Y TOTAL PMA</b>																																							\$240,763.79																						\$225,051.86																						\$407,917.94	\$873,733.60		



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
 LTDA. DE C.V.**



### 3.3 Descripción de las Medidas Ambientales Etapa de Funcionamiento

#### 3.3.1 Monitoreo de Emisiones

Tipo de medida: Preventiva

##### Descripción de la Medida

Las emisiones atmosféricas de gases de combustión serán medidas luego de la puesta en marcha de los motores. El muestreo será llevado a cabo por un laboratorio independiente seleccionado por EDP y autorizado por el MARN. Personal del MARN será invitado a presenciar su ejecución.

Los métodos de medición serán métodos de referencia de la US EPA<sup>2</sup>. El programa de emisiones atmosféricas es resumido en la Tabla 3-56 siguiente.

<b>Tabla 3-56 – Resumen de Monitoreo de Emisiones en Chimeneas</b>	
<b>Sitio de Muestreo:</b>	<b>Chimeneas de 4 motores, seleccionadas al azar.</b>
Frecuencia:	Anual por tres años; Nota: Después de los primeros tres años, durante la vida del Proyecto si los resultados son favorables, el monitoreo será realizado cada dos o tres años, no anualmente.
Parámetros a determinar:	NOx; PTS; O <sub>2</sub> ; CO; CO <sub>2</sub> ; flujo de gases; composición; producción (MW)
Métodos a usar:	NOx: US EPA Método 7, o 7C, o 7E PTS: US EPA Método 17 O <sub>2</sub> : US EPA Método 3A o 3B CO: US EPA Método 10 Flujo de gases: US EPA Método 2 Humedad de gases: US EPA Método 4 Consumo de combustible: Medición de carga. Emisiones de CO <sub>2</sub> serán calculadas en base al análisis de combustible y al O <sub>2</sub> medido
Número de pruebas:	3 corridas para cada parámetro
Duración de muestreo:	≥1 hora a ≥90% máxima carga continua
Norma a cumplir:	Guías del Banco Mundial, 2007

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

<sup>2</sup> US 40 CFR 60 Apéndice A, Métodos de referencia.

La calidad de aire ambiente será medida luego de la puesta en marcha de los equipos. El muestreo será llevado a cabo por un laboratorio seleccionado por EDP. Personal del MARN será invitado a presenciar su ejecución.

Los métodos de medición serán métodos de referencia de la US EPA<sup>3</sup> y métodos ASTM. El programa de emisiones atmosféricas es resumido en la Tabla 3-57.

Para aire ambiente se detalla:

<b>Tabla 3-57 – Resumen de Programa de Calidad Aire Ambiente (Inmisiones atmosféricas)</b>	
<b>Sitio de Muestreo:</b>	Un punto en el área crítica determinada en el modelado de dispersión.
<b>Frecuencia:</b>	Monitoreo continuo durante un año
<b>Parámetros a determinar:</b>	NO <sub>x</sub> ; durante el período de la prueba se anotarán poder calorífico, consumo de combustible, producción (MW)
<b>Métodos a usar:</b>	Medición continua equipo analizador electroquímico continuo a ser adquirido por la empresa similar al utilizado para la línea base
<b>Número de pruebas:</b>	continuo
<b>Duración de muestreo:</b>	continuo
<b>Norma a cumplir</b>	NSO 13.11.01:01, tabla 1 Dióxido de nitrógeno: 150 µg/Nm <sup>3</sup> , para 24 horas.

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

Se comentarán los resultados, con los datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica a instalar.

#### *Sistema de monitoreo por predicción de emisiones*

Siendo NO<sub>x</sub> el contaminante principal producido en la combustión del gas natural, el detector de gases de NO<sub>x</sub> permite la lectura de los niveles de NO<sub>x</sub> en la chimenea en tiempo real, por lo que al detectarse niveles fuera de norma durante las pruebas se procederá con el paro del sistema.

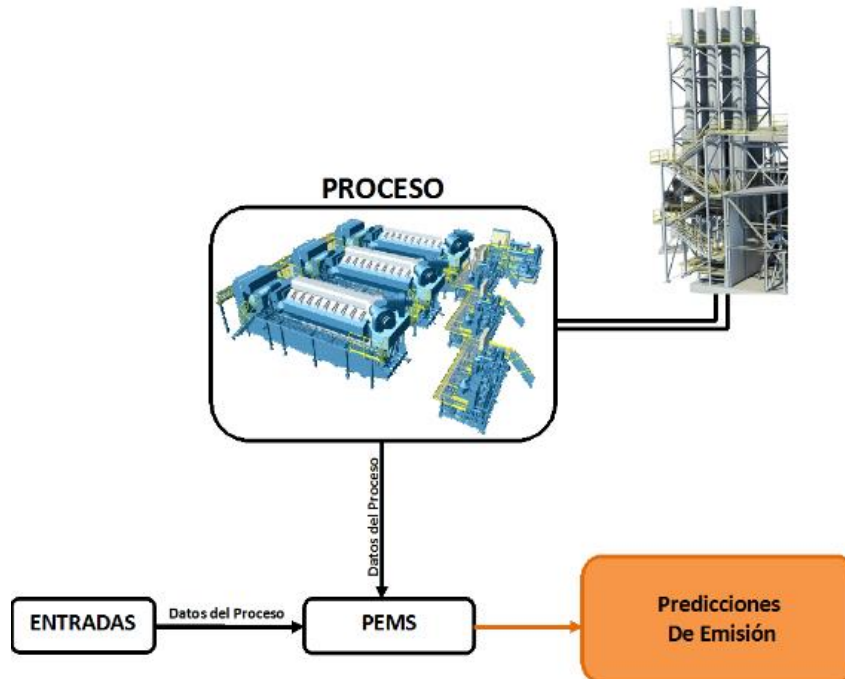
Adicionalmente, se instalará un equipo de SISTEMA DE MONITOREO POR PREDICCIÓN DE EMISIONES (PEM por sus siglas en inglés). Estos sistemas calculan las emisiones mediante modelos que utilizan datos reales de diferentes parámetros, utilizan instrumentación robusta y pueden ser verificados por mediciones de referencia. Estos sistemas se han probado Estados Unidos y son utilizados en más de cien

---

<sup>3</sup> US 40 CFR 60 Apéndice A, Métodos de referencia.

instalaciones en el mundo para reportar las emisiones. El estándar de USEPA No. 16, da los requerimientos para estos equipos. Ver Figura 3-19.

**Figura 3-19 – Esquema De Funcionamiento de Sistema de Monitoreo por Predicción de Emisiones**



Fuente: Wärtsilä, 2014

### Meteorología

Se operará y mantendrá una estación meteorológica permanente, con el propósito de:

- a) Facilitar la interpretación de los datos de monitoreo de  $\text{NO}_2$ ;
- b) evaluar episodios de calidad aire (por ejemplo, eventuales observaciones de olor a gases de escape);  
y
- c) construir una base de datos local para una aplicación más precisa de modelos de dispersión.

Se instalará una estación meteorológica, para registrar los siguientes parámetros:

- Dirección de viento (grados, desde el norte = 0, desde el este = 90);
- Velocidad de viento (m/s);
- Humedad relativa (%; punto de rocío calculado  $^{\circ}\text{C}$ );
- Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ );
- Lluvia (mm totales, mm/h); y
- Radiación solar ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

Los sensores de viento serán ubicados de modo de cumplir con los siguientes lineamientos<sup>4</sup>:

- La altura estándar es 9-10 m sobre suelo plano sin obstáculos;
- Mantener una distancia  $\geq 10$  veces la altura de los edificios o árboles más cercanos;
- Si el sensor se instalase sobre un edificio, hacerlo sobre un mástil de  $\geq 6$  m sobre la parte más alta del edificio; y
- Si el sensor se instalase sobre una torre (p.ej. chimeneas) hacerlo sobre un soporte horizontal de una longitud igual al doble del diámetro de la torre, e instalar esta extensión hacia dónde viene el viento la mayor parte del tiempo.

Un resumen de los datos meteorológicos locales será incluido en los informes anuales que EDP presente al MARN, donde se reporten los resultados de las mediciones de calidad de aire. Este resumen incluirá para cada periodo de muestreo el número de horas en que la estación de monitoreo pasivo estuvo a sotavento de la Central Térmica ( $\pm 11.25$  grados), y la velocidad promedio del viento. Es decir, que si el monitor está ubicado exactamente al oeste de la Central Térmica (270 grados) se contaría el tiempo en que la dirección del viento estuvo en el intervalo (78.75 a 101.25 grados). La producción de este resumen meteorológico será facilitada por el uso de software o una hoja de cálculo para clasificar las direcciones de viento, con respecto a la orientación de cada una de las estaciones de monitoreo de calidad de aire. (Ver Tabla 3-58)

Tabla 3-58 – Meteorología	
<b>Sitio de muestreo:</b>	Oficina de comunicaciones de EDP.
<b>Frecuencia:</b>	Continua, archivo horario de datos.
<b>Parámetros a determinar:</b>	Dirección y velocidad del viento, radiación solar, temperatura, humedad.
<b>Métodos a usar:</b>	Lineamientos NOAA para estaciones meteorológicas. (NOAA, guidelines for meteorological station reconnaissance and meteorological sensors height measurements, abril 2008).
<b>Número de pruebas:</b>	Continuo
<b>Duración del muestreo:</b>	Continuo

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

Los datos que se obtengan de la estación meteorológica a instalar se emplearán para revisar a futuro los datos, pues no se tendría información suficiente durante una hora que dura el muestreo en chimenea, o 24 horas que dura el de aire ambiente. Se anotará la información atmosférica durante las pruebas de emisión e inmisión, para comentar los resultados obtenidos.

<sup>4</sup> Fuente: NOAA, Guidelines for Meteorological Station Reconnaissance and Meteorological Sensor Height Measurements, Abril 2008.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Chimeneas y oficina de comunicaciones del Proyecto.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-59 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Monitoreo de Emisiones</b>					
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Monitoreo en chimenea	12.00	c/u	\$2,000.00	1.00	\$ 24,000.00
Monitoreo aire ambiente	6.00	c/u	\$1,500.00	1.00	\$ 9,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 33,000.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### 3.3.2 Monitoreo de Ruido

- Tipo de medida: Preventiva

#### Descripción de la Medida

El ruido será medido luego de la puesta en marcha de los equipos. El muestreo será llevado a cabo por un contratista independiente seleccionado por EDP.

Los métodos de medición serán métodos de referencia de la US EPA y métodos ASTM. La medición de ruido a realizar se detalla: (Ver Tabla 3-60).

<b>Tabla 3-60 – Resumen del Programa de Prueba de Ruido</b>	
<b>Sitio de Muestreo:</b>	4 puntos en receptores sensibles, muestreados para la línea base del Proyecto y lindero de la propiedad.
<b>Frecuencia:</b>	Anual, 3 pruebas en cada punto
<b>Parámetros a determinar:</b>	dB(A) en el día y en la noche
<b>Métodos a usar:</b>	Medición con sonómetro
<b>Número de pruebas:</b>	3
<b>Duración de muestreo:</b>	Puntual
<b>Norma a cumplir</b>	El ruido en las zonas residenciales donde se ubican los puntos deberá ser menor a 55 dB(A) durante el día y no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base, en la noche: L1 50 dB(A), L2 54 dB(A), L3 56 dB(A) y L4 45 dB(A). 70 dB(A) en lindero de la propiedad.

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

Además, EDP deberá responder a las preocupaciones de la comunidad debe haber alguna queja en cuanto a al ruido por las operaciones de la instalación

### Ubicación de la Medida Ambiental

Puntos de medición de ruido en línea base:

- L1: 193799E, 1503738N
- L2: 194277E, 1503885N
- L3: 194760E, 1503024N
- L4: 193286E, 1503558N

Además, las mediciones de ruido a tomar en el límite de la propiedad de la Central Térmica.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-61 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Monitoreo de Ruido</b>					
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Medición de ruido en cuatro puntos	1.00	s.g.	\$ 1,000.00	3.00	\$ 3,000.00
				TOTAL	\$ 3,000.00

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.3.3 Equipo de Protección Personal y de Derrames**

Tipo de medida: Prevención.

#### Descripción de la Medida

##### *Objetivo*

Prevenir daños a los empleados y visitantes por posibles eventos, sobre todo por el manejo de materiales peligrosos, como es el gas GNL y otros materiales peligrosos en la Central Térmica.

##### *Descripción*

El titular adquirirá un equipo de seguridad industrial y personal.

Como equipo de protección personal se contará con lo siguiente:

- Guantes de neopreno;
- Cascos;
- Zapatos de cubo;
- Trajes Contra Incendios 12.00; y
- Equipos de Respiración 4.00 .

#### *Adquisición de equipo portátil para detección de vapores*

El mecanismo de detección de fugas de GNL se realizará mediante el monitoreo constante de presión en tanque y tuberías, el cual, al detectar una caída de presión, realizará un cierre automático del equipo-tramo afectado. Adicionalmente se realizarán inspecciones periódicas con instrumentos portátiles de detección de gases explosivos y medidores de oxígeno.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Central Térmica en General.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-62 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Protección Personal y de Derrames</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Trajes Contra Incendios	12.00	c/u	\$200.00	1.00	\$ 2,400.00
Equipos de Respiración	4.00	c/u	\$200.00	1.00	\$ 800.00
Un juego de guantes, zapatos y cascos	60.00	c/u	\$111.00	1.00	\$ 6,660.00
Kit para derrames	5.00	c/u	\$300.00	1.00	\$ 1,500.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9,860.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.3.4 Entrenamiento en Medioambiente, Higiene y Seguridad**

Tipo de medida: Prevención.

#### Descripción de la Medida

Una de las medidas más importantes a tomar es la de proveer la información necesaria al personal acerca de los materiales a utilizar y de las medidas de seguridad a tomar además de los riesgos a los que estarían expuestos. Instruir al personal sobre la probabilidad de incidentes durante las actividades de mantenimiento de la vía, capacitándolos en normas de seguridad para el tipo de trabajo y el adecuado manejo de equipo y herramientas.

Esto se logra implementando capacitación en seguridad e higiene, con refuerzo al menos cada tres meses. Deberá incluir:

- a. Introducción a manejo ambiental: importancia y comprensión del manejo ambiental;
- b. Aspectos de seguridad e higiene ocupacional;
  - Primeros auxilios;
  - Prevención y control de incendios;
  - Manejo de sustancias químicas o materiales peligrosos;
  - Señalización utilizada;



- Uso e importancia del equipo de protección personal;
- Plan de contingencia: conocimiento y entrenamiento acerca del mismo; y
- Proveer de equipo de seguridad y protección personal.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

A todo el personal de la Central Térmica.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-63 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Entrenamiento en Medioambiente, Higiene y Seguridad</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Capacitación	60.00	c/u	\$50.00	1.00	\$ 3,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3,000.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.3.5 Planes y Procedimientos Medioambiente, Higiene y Seguridad**

- Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de la Medida

##### *Objetivo*

Prevenir la contaminación del suelo y agua por mal manejo de desechos y residuos de la operación del Proyecto.

##### Descripción

Se utilizarán las mejores prácticas de la industria internacional para la manipulación, el almacenamiento, el uso de materiales peligrosos, incluyendo:

- Disposiciones de equipo de protección personal disponibles;
- sobrellenado y protección de derrames;
- Señalización, etiquetado y control de inventario;
- El uso de la contención secundaria;
- Materiales incompatibles almacenados en lugares separados;
- Material de respuesta a derrames y limpieza de fácil acceso; y
- Extintores disponibles.

Adicionalmente se implementará un Plan de Manejo de Desechos Sólidos.

Este plan consiste en la clasificación y separación de los desechos sólidos de acuerdo a su naturaleza (embalaje, domésticos, orgánicos y peligrosos) y almacenados temporalmente en contenedores de

plástico con tapadera localizados dentro de la propiedad, para su posterior retiro por parte del servicio de recolección, a un botadero autorizado a recibir desechos no peligrosos (domésticos, orgánicos), reciclaje (desechos de embalaje). Esta medida de prevención se considera como parte del Proyecto y funcionará desde el inicio de actividades.

El uso de productos químicos (por ejemplo, plaguicidas) para el manejo del paisajismo del sitio tiene el potencial de afectar la salud de la comunidad. El uso de productos químicos con fines de jardinería se reducirá al mínimo y el uso dentro de los requisitos regulatorios locales.

### ***Generación de desechos sólidos comunes***

Los Desechos sólidos generados durante la etapa de funcionamiento, serán retirados al menos 3 veces a la semana, por el tren de aseo de la Alcaldía Municipal.

Se dotará de un equipo de contenedores para mantener los desechos separados en la siguiente manera: Desechos Domésticos” y “Material Reciclable” (latas, botellas plásticas de bebidas y otros).

### ***Generación de desechos de tipo especial***

#### *Contaminación con aceite*

Respecto a los residuos de aceite que se obtendrán de la trampa de separación de aceites, serán separados durante las actividades de limpieza de la trampa (cada 6 meses) y almacenados en barriles plásticos para su tratamiento, a través de empresas dedicadas a ello, tales como la empresa Geocycle.

- Almacenamiento temporal

Los “desechos peligrosos” (*wipes* y papel contaminado con aceite, recipientes vacíos de aceite), generados en las diferentes áreas de servicio al cliente, serán almacenados temporalmente en recipientes plásticos debidamente tapados y rotulados. Estos se dispondrán adecuadamente a través de empresas recicladoras de los mismos.

### Ubicación de la Medida Ambiental

Central Térmica.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-64 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Planes y Procedimientos y Medioambiente, Higiene y Seguridad</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Tratamiento de desechos con aceites	1.00	s.g.	\$350.00	36.00	\$ 12,600.00
Depósitos para desechos sólidos	12.00	c/u	\$45.00	1.00	\$ 540.00

				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 13,140.00</b>
--	--	--	--	--------------	---------------------

Fuente: Elaboración Equipo Consultor.

### 3.3.6 Relación con la Comunidad

Tipo de medida: Prevención

#### Descripción de Medida

Se debe establecer durante los tres primeros años de la operación del Proyecto un plan de comunicaciones, a ser desempeñado por la oficina de gestión social y ambiental del Proyecto.

#### *Objetivos*

Esta medida persigue los siguientes objetivos:

- Brindar información a la población local y a la ciudadanía sobre la operación del Proyecto;
- Prevenir conflictos sociales y mantener una buena relación con los vecinos del Proyecto;
- Prevenir molestias a la población que reside en zonas inmediatas al área del Proyecto;
- Atender a la población que sea afectada de alguna forma durante la operación, atención de quejas o molestias de la comunidad;
- Contacto con los pescadores, personas en botes, y escuelas; y
- Reuniones de seguridad.

#### *Recursos*

La oficina contará con el siguiente personal, como mínimo:

3. Especialista Social: Será el responsable de toda la gestión social del Proyecto. El perfil requerido para el encargado de la gestión social es el siguiente:
  - Graduado de Licenciatura en Trabajo Social, Sociología o Antropología;
  - Experiencia en mediación de conflictos y procesos de participación ciudadana; y
  - Experiencia en promoción social de proyectos de desarrollo comunal;

#### Funciones de la oficina y su personal

- Atender consultas y quejas de la población y dar respuesta o coordinar una respuesta a las mismas;
- Verificar que se ejecute el PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL, de acuerdo a lo planificado. Llevar registro y elaborar un informe anual, el cual se tendrá disponible cuando el MARN realice las auditorías ambientales;
- Coordinar la gestión ambiental del Proyecto;

- Realizar reuniones informativas. En estas reuniones se deben incluir a los líderes comunales, representantes de las principales instituciones y de la municipalidad que corresponda. Al menos semestralmente;
- Realizar charlas a los trabajadores relacionados con la protección ambiental, respeto a costumbres y valores, mensualmente, a diferentes grupos de 20 personas; y
- Preparar documentación informativa escrita del Proyecto, en zonas aledañas, municipalidad, escuelas.

### Ubicación de la Medida Ambiental

La oficina será instalada dentro de las oficinas administrativas del Proyecto.

Se deberá considerar la instalación de 2 avisos visible a los transeúntes y automovilistas, sobre la ubicación de la Oficina de Gestión Social, en los tapiales del Proyecto.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-65 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Relación con la Comunidad</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Especialista social y ambiental	1.00	persona	\$800.00	36.00	\$ 28,800.00
Local y materiales	1.00	s.g.	\$150.00	33.00	\$ 4,950.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 33,750.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.3.7 Plan de Iluminación de FSRU**

Tipo de medida: Atenuación

#### Descripción de Medida

Establecer un plan de manejo de la Iluminación, para la operación en el mar en la etapa de funcionamiento, para no afectar la fauna marina. El plan consiste en:

- Reducir la iluminación en horas nocturnas en zonas no esenciales, , excepto como sea requerido por el plan de seguridad, particularmente durante períodos críticos del ciclo de vida de la fauna, como por ejemplo durante la anidación de tortugas;
- Utilizar pantallas para dirigir la iluminación a las zonas de trabajo;
- Dirigir toda la iluminación a las zonas de trabajo y no iluminar directamente el agua.
- Montaje de luces bajas;

- Uso de protección sobre las luces, para reducir la cantidad de resplandor, así como reducir la luz visible a los animales, para que exista una menor oportunidad de que ellos puedan quedar atrapados, repelerlos, o que sus patrones de día/noche sean alterados; y
- La Instalación de luces de longitud de onda larga (por ejemplo, ámbar y rojo) hace que la luz que es visible parezca menos intensa para animales nocturnos (Estado de Florida 20145).

Ubicación de la Medida Ambiental

FSRU

Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-66 – Monto Estimado de la Medida Ambiental - Medida Plan de Iluminación del Muelle Temporal</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Plan de iluminación de terminal marítima	1.00	s.g.	\$1,000.00	1.00	\$ 1,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,000.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.*

**3.3.8 Mantenimiento a Reforestación y Apoyo a FIAES**

Tipo de medida: Compensación

Descripción de Medida

Para compensar la pérdida de vegetación por tala de árboles, así como la pérdida de infiltración se definieron medidas ambientales para la etapa de construcción, considerando plantación y mantenimiento por tres años.

Para compensar la explotación de recurso hídrico durante la etapa de funcionamiento, se ha considerado la donación al Fondo de Iniciativa para las Américas, para proyectos de revegetación y otros proyectos ambientales, equivalente al mantenimiento.

Ubicación de la medida ambiental.

Para la compensación por plantación: Donación al Fondo de Iniciativa para las Américas, en la ubicación que ellos consideren, de \$696,449.34.

---

<sup>5</sup> State of Florida. 2014. "Wildlife Lighting - About Light Pollution" Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. Online: <http://myfwc.com/conservation/you-serve/lighting/pollution/>

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

El costo de la plantación y mantenimiento, se incluyen en la etapa de construcción y para la etapa de funcionamiento, se retoma el costo de mantenimiento para el periodo comprendido entre los años 4 al 20, el cual totaliza **\$696,449.34**, conforme se muestra en la Tabla 3-67.

<b>Tabla 3-67 – Monto estimado de la medida ambiental - Medida apoyo a Fondo de Iniciativa para las Américas en concepto de mantenimiento</b>		
Partida	(\$USD/Ha)	Costo total (\$USD)
Costos de plantación	\$2,071.90	\$71,435.25
Costos de mantenimiento (3 años)	\$1,139.50	\$39,287.83
<b>Total de costos directos</b>		<b>\$110,723.08</b>
Costos indirectos		
Gastos de administración	12%	\$13,286.77
Asistencia técnica	25%	\$27,680.77
Imprevistos	10%	\$11,072.31
<b>Total de costos indirectos</b>		<b>\$52,039.85</b>
<b>Total de siembra y mantenimiento 3 años</b>		<b>\$162,762.93</b>
<b>Compensación para período 4-20 años</b>	\$20,199.74	<b>\$696,449.34</b>
<b>Costo total</b>		<b>\$859,212.27</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

En la Tabla 3-68 se presenta una propuesta de desglose de la medida en el Programa de Manejo Ambiental:

<b>Tabla 3-68 – Propuesta de desglose de medida - Medida apoyo a Fondo de Iniciativa para las Américas en concepto de mantenimiento</b>		
Desglose en PMA		
Mantenimiento 04-07	Funcionamiento	\$122,902.83
Mantenimiento 07-10	Funcionamiento	\$122,902.83
Mantenimiento 10-13	Funcionamiento	\$122,902.83
Mantenimiento 13-16	Funcionamiento	\$122,902.83
Mantenimiento 16-19	Funcionamiento	\$122,902.83
Mantenimiento 19-20	Funcionamiento	\$81,935.22
		\$696,449.34

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.3.9 Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Pozos de Monitoreo**

Tipo de medida: Prevención

#### *Objetivo*

Verificar los caudales de agua extraídos del pozo a perforar para el abastecimiento de agua potable.

#### *Descripción*



Monitoreo de medidores de agua de 2” con flange y presión estándar multichorro, en el árbol de descarga.

Tal como se describió en la medida 10.1.30 de la etapa de construcción se da seguimiento en la etapa de funcionamiento para garantizar el buen funcionamiento de los equipos instalados de acuerdo a las condiciones descritas en la medida 10.1.30 de acuerdo a la cual se da mantenimiento cada 6 meses a los equipos durante la operación de la Central Térmica (20 años).

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Igual a la detallada en etapa de construcción.

#### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-69 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Detección de Intrusión Salina.</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Análisis para determinar intrusión salina	1.00	c/u	\$ 75.00	36.00	\$ 2,700.00
Monitoreo de niveles con tubos piezométricos	2.00	c/u	\$ 100.00	4.00	\$ 800.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3,600.00</b>

*Fuente: Elaboración Equipo Consultor.*

### **3.3.10 Adquisición de Remolcadores**

Tipo de medida: Prevención

#### *Objetivo*

Responder a emergencias del FSRU tales como incendio.

#### *Descripción*

Se realizará la adquisición de un remolcador para responder a emergencias.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

FSRU

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-70 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Medida Equipo de Monitoreo del Caudal del Pozo y Detección de Intrusión Salina.</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Adquisición de remolcadores	1.00	c/u	\$ 5,000,000.00	1.00	\$ 5,000,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5,000,000.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor, 2018.

### **3.3.11 Centro de Rescate de Fauna**

Tipo de medida: Atenuación.

#### Descripción de Medida

Mantenimiento de un Centro de Rescate de Fauna Marina en colaboración con el MARN para la recuperación de animales marinos que pudiesen resultar afectados durante el funcionamiento del proyecto.

Un centro de rescate se destina para recuperar, restaurar, la salud de animales varados o enfermos. La fauna para la que se requiere este tipo de instalaciones son: aves de hábitats acuáticos, delfines, tortugas marina y leones marinos.

#### Ubicación de la Medida Ambiental

Se rentará una vivienda cercana a la costa.

### Monto Estimado de la Medida Ambiental

<b>Tabla 3-71 – Monto Estimado de la Medida Ambiental – Centro de rescate de fauna</b>					
<b>Partida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Plazo (meses)</b>	<b>Total</b>
Operaciones	36	meses	\$600.00	1	\$21,600.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$21,600.00</b>

Fuente: Elaboración Equipo Consultor

### **3.3.12 Plano de Medidas Ambientales Etapa de Operación**

A continuación en la Figura 3-20, se presenta el plano de medidas ambientales en la etapa de construcción.

### 3.4 Resumen del Programa de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) tiene como objetivo la prevención, atenuación y compensación de los impactos negativos que las actividades del Proyecto generarán sobre el medio ambiente. El Programa de Manejo Ambiental, básicamente está constituido por:

#### **Medidas e inversiones ambientales a implementar.**

Se presenta una tabla resumen que contiene todas las medidas propuestas anteriormente, con las actuaciones respectivas requeridas para cada una de ellas, incluyendo los costos de implementación.

#### **Programa de monitoreo**

Control y seguimiento para verificar la implementación y eficacia de las medidas e inversiones.

Se incluye en el programa de monitoreo otras medidas de monitoreo que se deberán realizar para el proyecto no asociadas con ninguna medida ambiental.

#### **Cronograma para la implementación de las medidas e inversiones.**

La implementación de las medidas se ha programado, para ser finalizado a finales del segundo año de operaciones, conforme al desarrollo del Proyecto.

El resumen del plan de manejo ambiental, plan de monitoreo y cronograma de aplicación de medidas ambientales, se incluyen en las tablas siguientes; la fianza ambiental se ha cuantificado en un costo de inversión de **DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES, TRESCIENTOS SIETE 80/100 DÓLARES (\$243,307.80)** de las medidas a implementar durante la etapa de funcionamiento.



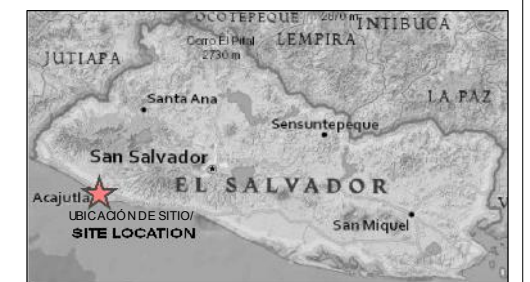
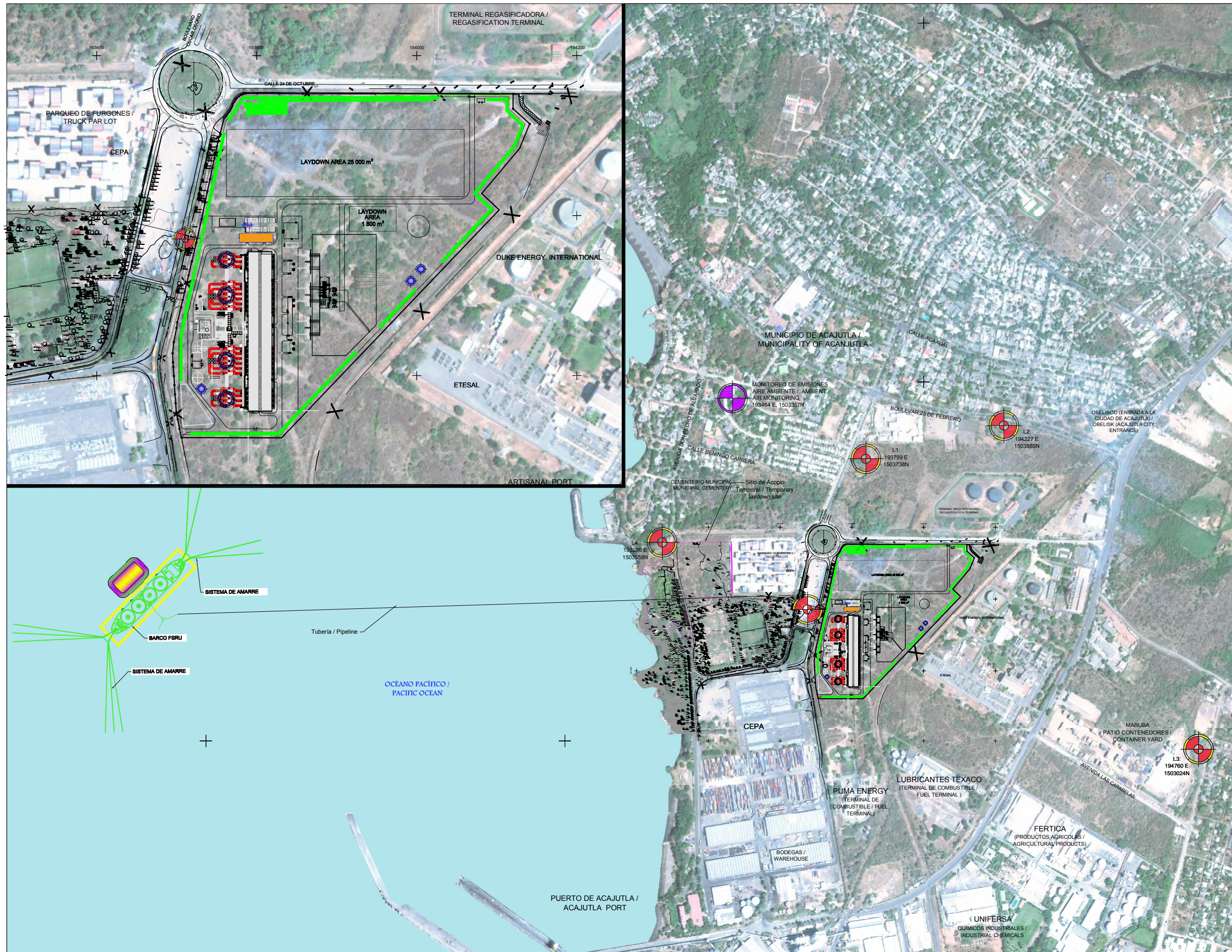
# Energía del Pacífico

## Energía del Pacífico LNG TO POWER PROJECT

### MEDIDAS AMBIENTALES EN ETAPA DE OPERACIÓN / ENVIRONMENTAL MEASURES IN STAGE OF OPERATION

FIGURA 3.20 / FIGURE 3.20

SIMBOLOGÍA / SYMBOLS	UBICACIÓN DE MEDIDAS / LOCATION OF MEASURES	CONTENIDO DE MEDIDAS / CONTENT OF MEASURES
	MEDIDA 1 / MEASURE 1	MONITOREO DE EMISIONES EN CHIMENEA / STACK EMISSIONS MONITORING
	MEDIDA 2 / MEASURE 2	MONITOREO DE EMISIONES AIRE AMBIENTE / AMBIENT AIR MONITORING
	MEDIDA 3 / MEASURE 3	MONITOREO DE RUIDO / NOISE MONITORING
	MEDIDA 4 / MEASURE 4	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y DE DERRAMES / SECURITY EQUIPMENT AND SPILL RESPONSE
	MEDIDA 5 / MEASURE 5	ENTRENAMIENTO EN MEDIOAMBIENTE, HIGIENE Y SEGURIDAD / WORKER EHS TRAINING
	MEDIDA 6 / MEASURE 6	PLANES, PROCEDIMIENTOS, MEDIOAMBIENTE, HIGIENE Y SEGURIDAD / EHS PLANS AND PROCEDURES
	MEDIDA 7 / MEASURE 7	RELACION CON LA COMUNIDAD / COMMUNITY LIAISON
	MEDIDA 8 / MEASURE 8	PLAN DE ILUMINACION DEL FSRU / LIGHTING PLAN ON FSRU
	MEDIDA 9 / MEASURE 9	MANTENIMIENTO A REFORESTACION / MAINTENANCE OF REFORESTATION
	MEDIDA 10 / MEASURE 10	EQUIPO DE MONITOREO DEL CAUDAL DEL POZO Y POZOS DE MONITOREO / WATER FLOW MONITORING MONITORING EQUIPMENT AND MONITORING WELLS
	MEDIDA 11 / MEASURE 11	ADQUISICION DE REMOLCADOR / ACQUISITION OF TUGBOAT



FUENTE / SOURCE:  
PLANOS WARTSILA / WARTSILA SITE PLAN

MAP CREATED BY / MAPA CREADO POR: ECO INGENIEROS  
MAP CHECKED BY / MAPA REVISADO POR: LF  
MAP PROJECTION / PROYECCION DE MAPA:  
UTM ZONE 16 WGS84 / UTM ZONA 16 WGS84

FILE / ARCHIVO  
C:/CAP 10.ECO.DIBUJO 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS  
C:/CAP 10.ECO.DRAWING 1, EL SALVADOR/ ECO INGENIEROS

PROJECT / PROYECTO: 14-9114  
STATUS / ESTATUS: FINAL / FINAL  
DATE / FECHA: 02/02/2018





Tabla 3-72 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación									
Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Quema de NG para producir energía en los motores	Emisiones a la atmósfera	<b>Prevención</b> <b>1. Monitoreo de Emisiones</b>	Realizar mediciones de emisiones cada año durante los tres primeros años, instalar un PEM (monitoreo de predicción de emisiones) y medir calidad aire ambiente para dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), por 20 días continuos	Chimeneas de 4 motores seleccionadas al azar y Oficina de comunicaciones (aire ambiente)	EDP	\$33,000.00	Anual	Emisiones e inmisiones por debajo de los estándares de referencia
Operaciones	Quema de NG para producir energía en los motores	Ruido	<b>Prevención</b> <b>2. Monitoreo de Ruido</b>	Medir los niveles de ruido Realizar durante tres años, anualmente. O más si se realizasen mayores cambios en los equipos / operaciones que pudiesen producir incremento de ruido.	El ruido debe ser monitoreado en puntos de línea base y en el límite de propiedad de la planta.	EDP	\$3,000.00	Anual	El ruido en las zonas residenciales deberá ser menor a 55 dB(A) durante el día y no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base, en la noche: L1 50 dB(A), L2 54 dB(A), L3 56 dB(A) y L4 45 dB(A). 70 dB(A) en lindero de propiedad.
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, residuos y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: <ul style="list-style-type: none"> <li>La contaminación del medio ambiente (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina)</li> <li>La exposición de los trabajadores a materiales tóxicos o irritantes</li> <li>Posible contaminación de la cadena alimenticia humana (por la contaminación del agua marina)</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>3. Equipo de Protección personal y de derrames</b>	Utilizar las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrellenado y protección contra derrame</li> <li>Etiquetado y control de inventario</li> <li>El uso de contención secundaria</li> <li>Materiales incompatibles almacenados en lugares separados</li> <li>Material de respuesta contra derrame y limpieza de fácil acceso (en tierra y zona marina)</li> <li>Equipo de protección personal disponible</li> </ul>	Toda la planta y FSRU	EDP	\$9,860.00	Duración de la operaciones	Bajo riesgo de contaminación significativa del medio ambiente como resultado de las operaciones Bajo riesgo de exposición significativa de los trabajadores o de la cadena alimentaria humana a materiales peligrosos
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, residuos y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: <ul style="list-style-type: none"> <li>La contaminación del medio ambiente, (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina)</li> <li>La exposición de los trabajadores a sustancias tóxicas o irritantes</li> <li>La posible contaminación de la cadena alimenticia humana (de la contaminación del agua marina)</li> </ul>	<b>Prevención</b> <b>4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y seguridad</b>	Brindar capacitación en medio ambiente, higiene y seguridad para los trabajadores adecuados a su función y posición Proporcionar formación avanzada para los trabajadores encargados de la gestión de materiales peligrosos	Sitio del proyecto	EDP	\$3,000.00	Durante operaciones	Todos los trabajadores recibirán una formación adecuada para el manejo y gestión de materiales peligrosos




Tabla 3-72 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación									
Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: <ul style="list-style-type: none"> <li>La contaminación del medio ambiente, (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina)</li> <li>La exposición de los trabajadores a sustancias tóxicas o irritantes</li> </ul> La posible contaminación de la cadena alimenticia humana (de la contaminación del agua marina)	<b>Prevención</b> 5. Planes y procedimientos medioambiente, higiene y seguridad	Utilizar las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo de protección personal disponible</li> <li>Evitar sobrellenado y protección de derrame</li> <li>Señalización, etiquetado y control de inventario</li> <li>Uso de la contención secundaria</li> <li>Materiales incompatibles almacenados en lugares separados</li> <li>Material de respuesta y limpieza de derrames disponibles</li> <li>Extintores disponibles</li> </ul>	Zonas de almacenamiento de Materiales Peligrosos	EDP	\$13,140.00	Durante operaciones	Bajo riesgo de contaminación significativa de los medios de comunicación del medio ambiente como resultado de las operaciones Bajo riesgo de exposición significativa de los trabajadores o de la cadena alimenticia humana por materiales peligrosos
Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrega de GNL</li> <li>Presencia física de las instalaciones</li> <li>Actividades Operaciones Generales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>seguridad potencial para los pescadores artesanales y el público navegante en general</li> <li>La relación general con público y los interesados</li> </ul>	<b>Prevención</b> 6. Relación con la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar Programa de Enlace con la Comunidad iniciado durante la construcción, incluyendo:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>folletos de seguridad para pescadores y navegantes y para las escuelas</li> <li>reuniones de seguridad</li> <li>Respuesta a las quejas presentadas por los interesados</li> </ul> </li> </ul>	No aplica	EDP	\$33,750.00	Divulgación de seguridad completa antes de las operaciones. Enlace y asistencia con el programa según sea necesario durante las operaciones	El conocimiento generalizado de los riesgos de seguridad marítima, seguridad de la navegación y el comportamiento de la navegación, y el peligro de la entrada no autorizada. Todas las quejas deben ser legítimamente dirigidas
Operaciones	Operaciones Generales	La iluminación artificial alrededor del FSRU puede afectar el comportamiento de la fauna marina, incluyendo tortugas	<b>Atenuación</b> 7. Plan de Iluminación de FSRU	Aplicar el Plan de Gestión de iluminación: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la iluminación en áreas no esenciales, en particular durante los períodos críticos de tiempo de ciclo de vida (por ejemplo, de anidación de tortugas)</li> <li>Utilizar protectores para dirigir las luces a las áreas que requieran iluminación</li> <li>La luz directa lejos del agua, excepto de observaciones periódicas de seguridad</li> </ul>	Áreas de operación sobre el mar	EDP	\$1,000.00	Durante operaciones	Eliminar iluminación innecesaria
Operaciones	Desalojo	La pérdida de hábitat y el aumento de la fragmentación del hábitat	<b>Compensación</b> 8. Mantenimiento a reforestación y Apoyo a FIAES	Mantenimiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>El pago de \$696,449.34 a FIAES para su uso en obras de mejoras y protección del medio ambiente en El Salvador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las áreas identificadas por FIAES</li> </ul>	EDP	\$0.00	Durante 17 años	Los trabajos de restauración serán emprendidos por FIAES Ambiental de El Salvador compensará por la pérdida local del hábitat
Operaciones	Monitoreo de medidores de agua y características físico químicos.	La disminución de caudal de agua y contaminación por intrusión salina.	<b>Prevención</b> 9. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo	Monitoreo de caudales de agua del pozo de abastecimiento de agua potable. Monitoreo de parámetros físico químicos del agua extraída.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pozo de extracción de agua</li> <li>Pozos de monitoreo</li> </ul>	EDP	\$ 3,600.00	Durante tiempo de operación, explotación del pozo.	Se mantendrá con el nivel adecuado el caudal del agua subterránea y la calidad de la misma.



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**



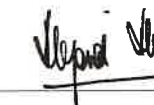
**Tabla 3-72 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Operación del FSRU	Riesgo al público y a las instalaciones	<b>Prevención 10. Adquisición de remolcador</b>	Adquisición de un remolcador para asistir al FSRU en situaciones de emergencia u otras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>FSRU</li> </ul>	EDP	\$ 5000,000.00	Durante tiempo de operación,	Apoyo en atención de emergencias
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción- mar adentro	Perturbación de hábitat marino	<b>Atenuación 11. Centro de rescate de fauna</b>	Instalar un centro de rescate de fauna marina en colaboración con el MARN para recuperación de animales marinos que pudiesen resultar afectados durante la construcción del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vivienda cercana a la costa</li> </ul>	EDP	\$21,600.00	Durante las actividades de funcionamiento	Animales varados o enfermos asistidos. Perturbación minimizada a los hábitats marinos
<b>Total</b>							<b>\$5,121,950.00</b>		



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD.A. DE C.V.**

Tabla 3-73 – Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones									
Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultado	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	Prevenición 1. Monitoreo de Emisiones	NOx; PTS; O2; CO; CO2; Flujo de los gases; Composición; Producción (MW) emisiones al iniciar operaciones, los dos años siguientes solo muestreo de NOx.	Muestreo en puerto en chimenea de 4 motores escogidos al azar.	Anualmente por los primeros tres años; Después, durante la vida del proyecto, si los resultados son favorables, el monitoreo será realizado cada tres años.	Método Isocinetico, Métodos de la EPA	EDP	Comparación al Proyecto Límites de Emisión Guía Banco Mundial, 200 mg/Nm <sup>3</sup>	Realizar diagnóstico y mantenimiento para cualquier motor que esté emitiendo exceso de concentraciones de NOx	Página 3-93
		Monitoreo predictivos de emisiones	Motores en la planta	Continuos	Equipo PEM	EDP	Comparación al Proyecto Límites de Emisión de Pila	Realizar diagnóstico y mantenimiento para cualquier motor que esté emitiendo exceso de NOx	Página 3-93
		Concentraciones a nivel del suelo de NO2	Fuera de las instalaciones, sitio de monitoreo permanente	Continuos 20 días por un año	Según NSO 13.11.01: 01, Tabla 1, analizador electroquímico o similar	EDP	Comparación NSO 13.11.01: 01, Dióxidos de Nitrógeno: 150 µg/Nm <sup>3</sup> , para 24 horas	Aplicar medidas para reducir la concentración en el aire ambiente	Página 3-93
Operación	Prevenición 2. Monitoreo de Ruido	(Fuera del sitio) El ruido ambiental, incluido el ruido de baja frecuencia	En los cuatro puntos en zonas residenciales cercanas, utilizados para la línea base y en lindero	Anual y posteriormente solamente si se reciben quejas de la población	Monitoreo a realizarse de acuerdo al estándar internacional 9613-2 Acústica	EDP	El ruido en las zonas residenciales deberá ser menor a 55 dB(A) durante el día y no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base, en la noche: L1 50 dB(A), L2 54 dB(A), L3 56 dB(A) y L4 45 dB(A). 70 dB(A) en lindero de propiedad.	Si el ruido de exceso identificado tras análisis determina las fuentes y medidas remediadoras potenciales	Página 3-97
Operación	Prevenición 3. Equipo de Protección personal y de derrames	Instalación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos, mantenimiento preventivo e inventario de equipo de derrames y contención	EDP	Mantenimiento preventivo e inventario de equipo de derrames y contención	Reemplazo de equipos defectuosos	Página 3-98
Operación	Prevenición 4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y Seguridad	Registros de capacitaciones y accidentes	En oficinas al personal	Semestral	Entrevistas a personal	EDP	Prevenir daño a las personal, infraestructura y medio ambiente	Actualización de los temas de las capacitaciones	Página 3-99
Operación	Prevenición 5. Planes y Procedimientos medioambiente, higiene y Seguridad	Depósitos para desechos sólidos y manejo de materiales peligrosos	Sitio de acopio de desechos	Mensual	Inspección visual y reporte fotográficos	EDP	Prevenir la contaminación del suelo y agua	Asegurar desalojo y disposición final adecuada y buen uso de letrinas	Página 3-100
Operación	Prevenición 6. Relación con la comunidad	Corroborar la información de la población sobre el proyecto y conflictos que se presenten	Registro de reuniones y quejas	Mensual	Revisar quejas y su resolución	EDP	Verificar que se ha dado información del proyecto y resolución de conflictos	Mejorar los medios de información a la población y la atención de quejas	Página 3-102



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**

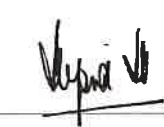
Tabla 3-73 – Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones									
Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultado	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	Atenuación 7. Plan de Iluminación de FSRU	Iluminación en el FSRU	FSRU	Mensual durante construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	La iluminación no debe ser dirigida directamente al agua de mar excepto de observaciones periódicas de seguridad	Corrija la dirección de la iluminación	Página 3-103
Operación	Compensación 8. Reforestación y Apoyo a FIAES	Registro donación	Oficina	Annual	Cumplimiento convenio EDP-FIAES	EDP	Verificar Donación	Completar Donación	Página 3-104
Operación	Prevención 9. Equipo de monitoreo de Caudal del Pozo y Pozos de monitoreo	Agua de pozos	Agua de pozo de extracción y pozos de monitoreo	Semestral (2 veces al año) para parámetros físico químicos. Mensual (12 veces al año) inspección de piezómetros.	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con las condiciones de línea base y los criterios de calidad del agua	Si el monitoreo detecta indicios de intrusión proyecto debe revisar el consumo y buscar fuentes alternativas	Página 3-103
Operación	Prevención 10. Adquisición de remolcador	Remolcador operando	FSRU	Annual	Inspección y registro fotográfico	EDP	Remolcador operando adecuadamente	Ajustar la operación	Página 3-
Operación	Atenuación 11. Centro de rescate de fauna	Operación del Centro de Rescate de Fauna	Vivienda cercana a la costa	Trimestral (4 veces al año)	Inspección en el sitio	EDP	Operatividad del Centro de Rescate de Fauna	Definir capacidad de asistencia. En caso fuese necesario identificar centros de rescate alternativos	Página 3-
Operación	Calidad de agua superficial	Aceites y Grasas, Hidrocarburos	Puntos de descargas de agua residual, previo a su descarga	Trimestral (4 veces por año)	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con la normativa	Si el monitoreo detecta la contaminación relacionada con el proyecto, entonces tome medidas correctivas para detener la contaminación adicional e investigue la necesidad de medidas correctivas	No aplica
Operación	Calidad de agua de efluentes de sistema de tratamiento de agua residual doméstica	BOD 5, COD, pH, Aceites y Grasas Sólidos Sedimentables Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes totales (CT)	Agua residual doméstica de planta de tratamiento de Central Térmica, y FSRU.	Trimestral (4 veces por año)	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con la normativa	Si el monitoreo detecta la contaminación relacionada con el proyecto, entonces tome medidas correctivas para detener la contaminación adicional e investigue la necesidad de medidas correctivas	No aplica
Operación	Presencia de vectores de enfermedades	Presencia de larvas de mosquito	Áreas de agua estancada, como estanques de agua pluvial y el sitio en general	2 veces por semana durante la estación lluviosa. Mensual durante estación seca	Inspección visual	EDP	Presencia del hábitat de reproducción, presencia de larvas en el agua	Si se detectan lavas se deben tomar acciones correctivas para solucionar el problema	No aplica



**ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.**

**Tabla 3-73 – Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones**

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultado	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	Fauna Marina	Presencia de biota marina en toma de agua de FSRU. Cantidad y tipo de peces atrapados	FSRU	Semanal por un año y mensual después del primer año	Inspección visual	EDP	Un número significativo de especies, en particular aquellas consideradas significativas, no deben quedar atrapadas en toma de agua ni ser capturadas a través de la ingesta de agua.	Sustituir la rejilla en las aberturas de el rompeolas y en las aberturas de toma del agua, consideración de pantallas de desplazamiento si es necesario	No aplica
Operación	Descarga de agua de FSRU	Temperatura	Puntos de descarga de agua	Mensual	Sensor de temperatura	EDP	No debe ser mayor a 5°C de la temperatura del cuerpo receptor	Tomar acciones correctivas para reducir la temperatura, previo a la descarga	No aplica



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
 LTDA. DE C.V.**



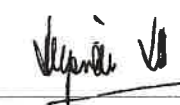
**Tabla 3-74 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación (Años 1-3)**

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Tiempo de Ejecución (Trimestres desde Inicio de Operaciones)												Monto Estimado de la Medida Ambiental
		AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Operaciones	Prevención 1. Monitoreo de Emisiones													\$33,000.00
Operaciones	Prevención 2. Monitoreo de Ruido													\$3,000.00
Operaciones	Prevención 3. Equipo de Protección personal y de derrames													\$9,860.00
Operaciones	Prevención 4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y seguridad													\$3,000.00
Operaciones	Prevención 5. Planes y procedimientos medioambiente, higiene y seguridad													\$13,140.00
Operaciones	Prevención 6. Relación con la comunidad													\$33,750.00
Operaciones	Atenuación 7. Plan de Iluminación de FSRU													\$1,000.00
Operaciones	Compensación 8. Mantenimiento a reforestación y Apoyo a FIAES													\$0.00
Operaciones	Prevención 9. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo													\$3,600.00
Operaciones	Prevención 10. Adquisición de remolcadores													\$5,000,000.00
Operaciones	Atenuación 11. Centro de rescate de fauna													\$21,600.00
<b>MONTO TOTAL DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE OPERACIONES</b>												<b>\$5,121,950.00</b>		



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD.A. DE C.V.**

Tabla 3-75 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación (Años 4-17)		
Actividades	Años 4-17	COSTO ESTIMADO
Compensación Mantenimiento de revegetación y apoyo a FIAES		\$0.00
<b>MONTO TOTAL DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE OPERACIONES</b>		<b>\$0.00</b>



ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD.A. DE C.V.



# Energía del Pacífico

**Proyecto: LNG to Power**

**Adenda de Modificatoria al EsIA**

**Capítulo 4: Evaluación de Riesgos y  
Plan de Contingencias**

Febrero 2018 – 16-3489





# Tabla de contenido Capitulo 4

<b>4. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIAS</b> .....	<b>3</b>
4.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS (HAZARD IDENTIFICATION, HAZID).....	4
4.2 <i>Recomendaciones del HAZID</i> .....	5
4.3 <i>Recomendaciones del SIMOPS</i> .....	7
4.4 ESTUDIO DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS (ESTUDIO QRA).....	8
4.5 <i>Objetivo</i> .....	9
4.6 <i>Metodología</i> .....	9
4.7 <i>Resultados</i> .....	10
4.8 <i>Comparación con el previo Estudio QRA</i> .....	12
4.9 <i>Análisis de Sensibilidad del Escenario de Sobrellenado</i> .....	12
4.10 <i>Conclusiones</i> .....	13
4.11 <i>Detección de Gas</i> .....	15
4.12 <i>Zonas de Seguridad</i> .....	16
4.13 <i>Planta de Energía en Tierra</i> .....	16
4.14 <i>Terminal de Importación GNL, Puerto de Acajutla y Residenciales Acajutla</i> .....	16
4.15 <i>Objetivo de Seguridad del Proyecto</i> .....	17
4.16 <i>Plan de Contingencias de Alto Nivel</i> .....	17
4.17 <i>Taller de Planificación de Contingencias</i> .....	18
4.18 <i>Contenido del Plan de Contingencias</i> .....	19
4.19 <i>Resumen de Compromisos</i> .....	30
4.20 <i>Empezando con Instalaciones más Seguras</i> .....	30
4.21 <i>Seguridad Técnica</i> .....	30
4.22 <i>Compromisos de Seguridad</i> .....	31
4.23 <i>Plan de Contingencias</i> .....	34
4.24 <i>Medidas a Incluir Dentro del Programa de Manejo Ambiental</i> .....	36

## Listado de Figuras Capítulo 4

Figura 4-1 - Contornos de Iso-Riesgo LSIR para Terminal de Importación GNL y Ubicación en Tierra	11
Figura 4-2 - LSIR contornos Iso-riesgo (con una frecuencia de sobrellenado reducida) .....	13
Figura 4-3 - Dársena de Entrada Propuesta .....	14
Figura 4-4 - Riesgo Sobreimpuestos en Nuevo Arreglo General .....	15

## Listado de Tablas Capítulo 4

Tabla 4-1 - Recomendaciones del HAZID .....	5
Tabla 4-2 - Recomendaciones de SIMOPS.....	8



---

Tabla 4-3 - QRA Criterios de Aceptación de Criterios .....	9
Tabla 4-4 - Resultados de Riesgo Individual (IR) .....	10
Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias .....	21
Tabla 4-6 - Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar .....	28
Tabla 4-7 - Compromisos de Seguridad por Parte de EDP .....	31

## Listado de Tablas Capítulo 4

- Apéndice 4A Análisis Cuantitativo de Riesgos
- Apéndice 4B Plan de Contingencias

## 4. Evaluación de Riesgos y Plan de Contingencias

El proyecto se encuentra en la etapa de ingeniería y diseño preliminar, (FEED por sus siglas en inglés) asociada con la terminal marítima que estará formada por un FSRU fijado en posición mediante el sistema de amarre RCM formado por líneas de amarre que actúan como un sistema de amarre extendido (Spread Mooring). El FSRU será un buque cargador de gas natural licuado (CGNL), adaptado con una planta de regasificación. El sistema de amarre RCM permitirá el atraque del LNGC por medio de un sistema Barco-a-Barco a un costado del FSRU.

El Proyecto continúa siendo desarrollado bajo un enfoque de mejores prácticas de clase mundial, para garantizar la seguridad de la instalación. Todas las actividades que se realizaron durante la fase preliminar de ingeniería y diseño han demostrado que las características del proyecto estarán dentro del rango de seguridad aceptable. El rigor aplicado a las actividades de identificación y análisis de riesgos realizadas hasta la fecha ha sido de acuerdo con estándares internacionales para proyectos en esta etapa de desarrollo.

En la etapa FEED, varios estudios se han llevado a cabo para establecer un diseño preliminar-base, identificar retos tecnológicos y factibilidad. Requerimientos técnicos en términos de anclaje y amarre se han desarrollado utilizando métodos computacionales los cuales están basados en condiciones climáticas y dinámica del océano actuales y maniobras se han identificado para estas condiciones. Las maniobras de navegación previamente estudiadas siguen siendo aplicables puesto que la ubicación del FSRU se mantiene esencialmente en la ubicación previa propuesta del FSU, dando como resultado que el LNGC se atracara a la terminal en la misma ubicación previamente estudiada. Los riesgos relacionados con el Proyecto, tal como colisión de barcos debido a condiciones climáticas, han sido analizados en esta etapa, y un estudio de riesgos cuantitativo ha sido realizado para evaluar los riesgos del Proyecto que pudiesen afectar a personas o al medio ambiente.

Después de obtener financiamiento y permisos de construcción, se entra a la etapa de diseño detallado. Esta fase, se enfoca en establecer la definición completa de todos los aspectos del proyecto. El diseño e ingeniería de la fase FEED es afinado. Estudios de seguridad y riesgo, como el QRA detallado, serán ejecutados, tomando en consideración todas las características detalladas del Proyecto a definir en esta etapa. Estas características incluyen aspectos como planos de tuberías e instrumentación. Los riesgos de incendio y explosión serán analizados con mayor profundidad y modelados para evaluar el impacto al público y el medio ambiente. Las rutas de evacuación serán definidas y el plan de contingencias final detallado será desarrollado.

Posteriormente se entra en la etapa de construcción, instalación y puesta en marcha. En esta etapa comienzan las inspecciones de la infraestructura y clasificación marina. A continuación, se detallan la actualización de la identificación de riesgos y evaluación cuantitativa del

riesgo preliminar / de alto nivel, la cual evaluó aspectos tales como el riesgo de proceso, potenciales amenazas, navegación, ubicación, tsunamis, terremotos, fuertes lluvias y amenazas antrópicas en la ubicación del proyecto.

Se contrató a la firma global Lloyd's Registry (LR) para la identificación y estudios de riesgos asociados al proyecto con sus modificaciones propuestas en este estudio.

El proceso se detalla:

- 1. Identificación de Riesgos;** Se llevaron a cabo talleres, incluyendo un taller en diciembre de 2017 de actualización de la Identificación de Riesgos (Hazard Identification, HAZID por sus siglas en inglés) que sirvieron como insumo al análisis de riesgo cuantitativo.
- 2. Análisis cuantitativo de riesgos,** tomando en cuenta los resultados de los talleres, además de normativas internacionales en manejo de riesgos.
- 3. Plan de contingencias conceptual.** El plan de contingencia de nivel conceptual preparado en noviembre del 2016, el cual delinea el contenido y los requerimientos de un futuro Plan de Contingencia Detallado (que se desarrollará como parte del diseño detallado del proyecto) continúa siendo aplicable.

En la identificación de riesgos (HAZID) y análisis de cuantitativo de riesgos (QRA), se evaluaron los escenarios solicitados en los términos de referencia del proyecto.

- Identificar los riesgos presentes en el mismo
- Evaluar la frecuencia y probabilidad de su ocurrencia y
- Determinar la magnitud y el impacto que traerían sobre el público en general, sobre el medio ambiente y los bienes materiales.

Los elementos evaluados incluyen: Escenarios de derrames, para diferentes puntos y operaciones en la planta, probabilidad de ocurrencia, condiciones ambientales y riesgos y posibles consecuencias. Los resultados de los talleres realizados antes de 2017, se presentaron en el EIA presentado en 2016, y se retomaron los que continuaron siendo válidos.

A continuación, se describen los resultados obtenidos.

## 4.1 Identificación de Riesgos (Hazard Identification, HAZID)

En la industria del riesgo HAZID, los talleres se utilizan ampliamente para incorporar el conocimiento local y las principales áreas de enfoque en evaluaciones de riesgo y proyectos. El principal objetivo del HAZID es identificar los principales peligros creíbles asociados con el proyecto marino, las posibles causas / consecuencias, la frecuencia, las posibles medidas de reducción del riesgo y las recomendaciones. A continuación, se describen los temas analizados y resultados de los talleres HAZID realizados.



Además de los talleres realizados antes de diciembre de 2016, y que se incluyeron en el EIA presentado, se llevó a cabo un taller HAZID en diciembre del 2017. El objetivo fue la revisión y actualización de los tipos de riesgo, causas y consecuencias asociadas con las nuevas características del Proyecto, principalmente:

- Eliminación del FSU
- Eliminación de la estructura cofferdam (rompeolas perimetral) la cual rodeaba la barcaza re-gasificadora.
- El uso del sistema de amarre RCM
- Transferencia de GNL entre el CGNLC y el FSRU. (Previamente la transferencia era entre el CGNL y el FSU)
- Incremento de presión de envío del gas natural desde el FSRU hacia la planta térmica de 13 bar a 80 bar.

Los participantes en el taller HAZID fueron conformados por el equipo técnico de Lloyd’s Register, Energía del Pacífico y Exmar (diseñadores de la planta de regasificación y de las modificaciones del buque metanero CGNL).

## 4.2 Recomendaciones del HAZID

Como ya se mencionó, las veintiséis recomendaciones identificadas en los talleres HAZID del 2016 y Hazid de actualización del 2017 continúan siendo aplicables y se enumeran en la Tabla 4-1, con excepción de las recomendaciones al FSU que ya no son aplicables y fueron eliminadas de la tabla. Las recomendaciones serán estudiadas más profundamente y serán consideradas durante la etapa de diseño y de desarrollo de procedimientos finales.

Tabla 4-1 - Recomendaciones del HAZID		
ID	Recomendaciones	Clasificación de riesgo (Después de mitigación)
1.1	Considere los procedimientos operacionales para asegurar el pilotaje apropiado y la ayuda del remolcador para acercarse a GNLC para evitar choques y / o colisiones.	M
1.1	Establezca los puntos en los que la asistencia de remolque debe estar en su lugar antes de continuar hacia el destino final.	M
1.1	Identificar las necesidades de ayudas a la navegación.	M
1.5		L
1.2	Investigar la exclusión y/o zonas de seguridad para el tránsito del GNLC	M
2.1		
8.2		
1.2	Establecer por el procedimiento el requisito de tener la escolta del tirón para GNLC.	M
1.2	Considere la posibilidad de establecer área (s) de embarque de piloto designado.	M

Tabla 4-1 - Recomendaciones del HAZID		
ID	Recomendaciones	Clasificación de riesgo (Después de mitigación)
	Considere la posibilidad de regular un carril de transporte formal para los barcos que navegan hacia / desde el Puerto de Acajutla al suroeste y validar en simulaciones marinas. Asegúrese de que la propuesta formal tenga suficiente documentación de apoyo (por ejemplo, simulaciones marinas) cuando se presente a la Administración Marítima.	
1.2	Se recomienda realizar una reunión para involucrar a todas las partes afectadas por el cambio de ubicación del canal (carril de embarque) (AMP, pilotos CEPA, maestro de amarre Cenérgica). Se recomienda marcar el carril de embarque con marcadores visuales. Asegúrese de que el acceso a otras terminales permanezca seguro bajo el nuevo esquema.	M
1.2	Identificar el círculo de giro para la maniobra del GNLC y acercarse a Terminal Marítima y coordinar con AMP y la Autoridad Portuaria. Considere los reglamentos de PIANC y SIGTTO para determinar el radio de giro.	M
2.1		M
1.4	Se recomienda llevar a cabo estudios de batimetría para las áreas de navegación.	M
3.5		M
1.5	Considere la posibilidad de evaluar los procedimientos operacionales para asegurar un servicio de pilotaje adecuado y una asistencia de remolque para aproximarse a GNLC y evitar la colisión.	L
3.1	Evaluar los requisitos del remolque (por ejemplo, requisitos, procedimientos) para el paso de los buques al mar barcos que entran / salen del puerto.	M
3.2		M
3.3		M
3.4	Desarrollar la protección de tuberías como parte del diseño. Se recomienda incluir una zona de restricción alrededor de la ruta de la tubería.	M
5.1		M
3.4	Desarrollar la protección de la tubería elevadora como parte del diseño.	M
3.5	Investigar la composición del fondo marino en el estudio geofísico.	M
5.1	Considere el marcador visual para indicar la ubicación física de la tubería. Asegúrese de que los marcadores adecuados estén en su lugar para evitar que los buques pesqueros se anclen en el área de la tubería (Indicación en cartas náuticas y comunicación directa con los pescadores).	M
6.1	Considere limitar el acercamiento / salida de un buque a la vez desde o hacia la zona de amarre de Cenérgica o el Puerto de Acajutla o la Terminal GNL.	
6.1	Se recomienda proporcionar a los pilotos locales y operadores de remolcadores la familiarización y capacitación necesarias para manejar el GNLC.	L
6.2	Se recomienda iniciar operaciones de amarre y maniobras para la Terminal GNL durante el día. Las salidas nocturnas serán simuladas para determinar la	-
6.3	La distancia entre el fondo del barco y el lecho marino necesita ser analizado para los buques amarrados.	-

**Tabla 4-1 - Recomendaciones del HAZID**

ID	Recomendaciones	Clasificación de riesgo (Después de mitigación)
7.1	Cuando la terminal está en funcionamiento y encendida, la actividad pesquera será atraída hacia la terminal. Asegurar que las zonas de seguridad / seguridad y exclusión sean propuestas e instituidas con respecto a la pesca y el tráfico cerca de la terminal.	M
7.1	El plan internacional de seguridad de buques y puertos (ISPS) para la terminal debe tener en cuenta las preocupaciones de seguridad local.	M
7.1	Se recomienda que el proyecto se comprometa con el gobierno nacional para asegurar que el gobierno proporcione medidas de seguridad para amenazas externas	M
7.2	El análisis cuantitativo de riesgo (QRA) para el proyecto abordará el riesgo para terceros y comunidades costeras (poblaciones cercanas).	-
9.1	Considere detener la transferencia GNL de GNLC a FSRU en la ocurrencia de chubascos.	L
9.1	Incluya chubascos en los escenarios de simulaciones marinas.	L
9.2	Se recomienda definir claramente los límites ambientales	L

*Fuente: Informe HAZID Marino, Project LNG to Power, Acajutla, El Salvador*

### 4.3 Recomendaciones del SIMOPS

Durante los talleres HAZID llevados a cabo en el 2016 se evaluaron los riesgos asociados con las posibles operaciones simultaneas (SIMOPS) de las terminales marítimas en el área. Como resultado del SIMOPS se obtuvieron los siguientes comentarios que siguen siendo aplicables. Estos comentarios serán estudiados y si son aplicables serán consideradas durante la etapa de diseño y de desarrollo de procedimientos finales.

- Con los actuales recursos disponibles (piloto y remolcadores) y el requisito de ayudar a los petroleros / GNLC que ingresan desde el área de embarque del piloto con un piloto y dos remolcadores, los petroleros no se acercarán o saldrán de la zona de Cenérgica mientras un GNLC está en tránsito hacia el Piloto de embarque o hasta la terminal marina.
- Las operaciones normales en el Puerto de Acajutla se pueden realizar al mismo tiempo que el movimiento GNLC o como las operaciones normales en la terminal GNL. A modo de ejemplo, mientras la GNLC se acerca o abandona la Terminal Marítima o GNL se transfiere a través de la tubería a tierra, las operaciones normales del Puerto de Acajutla, como la descarga o manipulación de materiales, pueden continuar.

- Si se produce una fuga de GNL o un incendio en la Terminal Marítima, se debe detener todo el tráfico entrante y saliente. Se identifica que las operaciones en el Puerto de Acajutla deberán ser planificadas en detalle si se van a continuar en caso de una fuga de GNL o un incendio en Terminal Marítima.
- La descarga de hidrocarburos en la terminal de Alba Petróleos o en la terminal de RASA se puede realizar al mismo tiempo que las operaciones normales en Terminal Marítima y al mismo tiempo que un enfoque o una salida de GNLC.

Las siguientes recomendaciones producto del SIMOPS, incluidos en la Tabla 4-2, también serán estudiados y si son aplicables serán consideradas durante la etapa de diseño y de desarrollo de procedimientos finales.

Tabla 4-2 - Recomendaciones de SIMOPS	
ID	Recomendaciones [R]/Comentarios [C]
2	[R] Se recomienda que el proyecto determine si es necesario aumentar el área de anclaje / puesta en escena o asignar áreas de anclaje específicas antes de que el GNLC entre en el área.
3	[R] Se recomienda que el proyecto obtenga el manual de operaciones y los procedimientos de preparación para emergencias desde el puerto y otras terminales.
8	[R] Se recomienda determinar si los recursos en el Puerto de Acajutla son suficientes en términos de capacidad de respuesta de emergencia para la ocurrencia de dos accidentes al mismo tiempo, por ejemplo: 1) Fuga de GNL en la Terminal GNL y fuga de aceite en la zona de amarre de Cenérgica; 2) GNL en GNL Terminal y fuego en Puerto de Acajutla). Las medidas de mitigación podrían ser detener la transferencia y la producción para evitar dos accidentes al mismo tiempo.
9	[R] Se recomienda ejecutar una simulación en el QRA para cubrir las consecuencias de un escape de vapor de gas natural.
10	[R] Se recomienda evaluar la frecuencia de los escenarios que tienen una consecuencia en las operaciones portuarias y, potencialmente, determinar la planificación de contingencia para estas situaciones.

*Fuente: Informe HAZID Marino, Project LNG to Power, Acajutla, El Salvador*

#### 4.4 Estudio de Análisis Cuantitativo de Riesgos (Estudio QRA)

El Estudio Cuantitativo de Riesgos (QRA, por sus siglas en inglés) tomó en cuenta las observaciones y comentarios realizadas por los participantes de los talleres de Identificación de Riesgos.

Se contrató Lloyd's Register (LR) para llevar a cabo el análisis de riesgo cuantitativo (QRA) de la nueva configuración del proyecto. Aunque inicialmente se prevé la instalación de una planta con dos trenes de producción de 70 millones de pies cúbicos estándar por día (MMSCFD) de gas natural (GN); el estudio

QRA se generó basado en una tasa de producción de 280 MMSCFD de gas natural. 280 MMSCFD es la tasa máxima de envío de desarrollo futuro, que se podría lograr con dos trenes de regasificación adicionales de 70MMSCFD cada uno. El alcance del QRA realizado para la nueva configuración, incluye la terminal de importación de GNL hasta la válvula de aislamiento de tubería en tierra (también denominada en este informe de válvula de apagado de emergencia en tierra). El Estudio se incluye en el apéndice 4A.

#### 4.5 Objetivo

El objetivo principal del QRA realizado en la etapa de ingeniería y diseño preliminar (FEED por sus siglas en inglés) es examinar los riesgos potenciales para el medio ambiente y el público como resultado de importantes y peores, y creíbles acontecimientos de la terminal de importación GNL y la infraestructura asociada; Además de apoyar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto.

#### 4.6 Metodología

El riesgo planteado por el proyecto se evalúa en el FEED basándose en escenarios principales y peores, creíbles, identificados en las sesiones de HAZID que se realizaron antes del QRA. Para cada escenario, se analiza lo siguiente:

- Descripción del escenario
- Análisis de frecuencia
- Evaluación de la consecuencia
- Evaluación del riesgo como una combinación de frecuencia y consecuencia
- Evaluación del riesgo con los criterios de riesgo y recomendaciones para reducir el riesgo

Los criterios de aceptación de riesgo utilizados en el QRA se muestran en la Tabla 4-3.

<b>Región de riesgo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Criterios Promedio de Riesgo Individual Público (IR) (Anualmente)</b>
Riesgo intolerable	Los requisitos de la autoridad, los requisitos corporativos, las normas internacionales y las prácticas recomendadas definen conjuntamente un nivel superior de riesgo por encima del cual se considera que el riesgo es inaceptable. El riesgo intolerable no puede justificarse excepto en circunstancias extraordinarias.	$\geq 1E-04$

**Tabla 4-3 - QRA Criterios de Aceptación de Criterios**

Región de riesgo	Descripción	Criterios Promedio de Riesgo Individual Público (IR) (Anualmente)
Riesgo tolerable, siempre que el riesgo sea ALARP	Los enfoques reconocidos y aceptados en todo el sector demuestran que se ha aplicado un nivel adecuado de escrutinio y mitigación a los riesgos derivados de los peligros identificados y que el riesgo residual para el público y el medio ambiente es tan bajo como sea razonablemente practicable (ALARP).	$1E-06 < IR < 1E-04$
Riesgo ampliamente aceptable	Estos riesgos generalmente se consideran insignificantes y adecuadamente controlados.	$\leq 1E-06$

*Fuente: Análisis de Riesgo Cuantitativo*

Las curvas individuales de Iso-riesgo (LSIR) se usan a menudo en las fases tempranas de planificación del proyecto y se consideran conservadoras para estimar el riesgo para el público. El LSIR mide el riesgo a las áreas cercanas (áreas industriales o públicas) y se utiliza en este QRA para medir el riesgo del proyecto al público e indirectamente al ambiente. El LSIR se calcula para dos ubicaciones: Terminal de importación GNL (sinónima con Terminal Marina) y ubicación en tierra.

La metodología ALARP para evaluar reducción de riesgo y mitigaciones se aplica en conjunto con buenas prácticas de ingeniería, requerimientos legislativos, códigos y estándares. El principio ALARP es ampliamente reconocido en la industria para demostrar que el nivel apropiado de escrutinio y mitigación sea aplicado a los riesgos identificados y que el riesgo residual a los trabajadores del sitio, el público y el medioambiente sean ALARP.

Los requerimientos de las autoridades, estándares internacionales, y prácticas recomendadas en conjunto definen el nivel de riesgo considerado inaceptable. En la región inaceptable, el riesgo no puede ser justificado con excepción de circunstancias extraordinarias.

## 4.7 Resultados

Los resultados del riesgo individual (IR) por ubicación de liberación del proceso se proporcionan en la Tabla 4-4.

**Tabla 4-4 - Resultados de Riesgo Individual (IR)**

Ubicación del proceso de lanzamiento	IR por Año	Región al Publico
Puente del FSRU	1.7.E-04	No aplicable al publico
Centro de la Planta Térmica	7.37E-07	Ampliamente aceptable

*Fuente: Análisis de Riesgo Cuantitativo*



### Nivel de Riesgo para los Miembros del Público

Los resultados demuestran que el riesgo para los miembros del público se encuentra en la región de riesgo tolerable (en zona de color naranja  $10E-06$ ) en el borde sureste del pueblo de Acajutla, algunas zonas industriales y parte del puerto de Acajutla. Esto representa un área en donde el riesgo residual al público es tan bajo como razonablemente practicable. Después de esta zona, el riesgo al público es ampliamente aceptable, feralmente considerado como insignificante y adecuadamente controlado.

### Nivel de Riesgo en la Planta Generadora en Tierra

El riesgo al público es ampliamente aceptable, feralmente considerado como insignificante y adecuadamente controlado.

### Terminal de Importación de GNL

En el QRA se ha identificado un área de riesgo de  $10E-04$  por año (curva azul) alrededor del FSRU/GNLC, sin embargo, no existirá presencia de personas del público en esta zona.

### Canal de Acceso

Los Niveles de riesgo a lo largo del canal de acceso, tal cual está actualmente definido, se encuentran parcialmente en una región de riesgo tolerable ( $>10E-6$  por año) y parcialmente en la región de riesgo ampliamente aceptable ( $<10E-6$  por año)

Los contornos de Iso-riesgo de LSIR para estos lugares se muestran en la Figura 4-1.

**Figura 4-1 - Contornos de Iso-Riesgo LSIR para Terminal de Importación GNL y Ubicación en Tierra**



Fuente: Análisis de Riesgo Cuantitativo

## 4.8 Comparación con el previo Estudio QRA

Este estudio sigue los QRA previos para la instalación propuesta, y los principales cambios son:

- Operación de la producción de gas natural a alta presión con una presión de tubería a 80 bar en lugar de 11 bar; y,
- Eliminación de la Unidad de Almacenamiento Flotante (FSU) y una plataforma elevadora que rodea el FSRU.

Como resultado de estos cambios y la revisión de las suposiciones hechas en las QRA anteriores, existen claras diferencias entre los resultados de la QRA en 80 bara y 11 bara como se explica a continuación:

- Las liberaciones de GN a 80 bar tendrán mayores rangos de riesgo que las de 11 bar. Como resultado, los contornos de riesgo a 80 bar se extienden para distancias mayores que los de 11 bar.
- Anteriormente se había supuesto que todas las emisiones de la tubería en la superficie ocurrirían en el centro de la planta de generación, este era un enfoque conservador, que era válido para la operación de 11 bar, pero no se considera válido para 80 bar, ya que daría una imagen de riesgo poco realista. Para la operación de 80 bar, las ubicaciones de las emisiones se han modelado a lo largo de la ruta de la tubería subterránea enterrada. Esto cambia la imagen de riesgo en tierra y elimina los contornos de riesgo en el centro de la planta de generación que anteriormente estaban presentes.
- La frecuencia de sobrellenado del FSU considerada en los QRA anteriores se basó en la cantidad de tiempo (fracción del año) en que se estaba llenando el FSU y se usó un árbol de fallas que se había basado en ese modo de operación. El enfoque adoptado en este QRA se basa en el número de veces que se realiza la transferencia entre el GNLC y el FSRU en lugar de la duración de la transferencia y, posteriormente, produce valores de riesgo calculados más altos para este escenario. Se reconoce que el árbol de fallas de sobrellenado requiere revisión para incorporar protecciones adicionales que estarán en su lugar para la transferencia entre el GNLC y el FSRU. Los caudales de transferencia entre el GNLC y el FSRU también son más altos que para el llenado del FSU, lo que da como resultado distancias de consecuencia más grandes. Como resultado, este QRA muestra que el escenario de sobrellenado contribuye significativamente a la imagen de riesgo y una consecuencia oculta escenarios que tienen contribuciones de menor riesgo.

## 4.9 Análisis de Sensibilidad del Escenario de Sobrellenado

Lloyd's Register explica que este QRA muestra que el escenario de sobrellenado durante la transferencia entre buque a buque contribuye significativamente a las curvas / imagen de riesgo y como consecuencia oculta escenarios que tienen contribuciones de menor riesgo. También vale la pena recalcar que se ha tomado un enfoque muy conservador para calcular la frecuencia de

sobrellenado del FSRU. Para mostrar la sensibilidad de los resultados a este escenario, se ha realizado una evaluación del nivel de riesgo con reducción de la frecuencia de desbordamiento/sobrellenado por un factor de 10. Los resultados de esto se muestran en la Figura 4-2 a continuación.

**Figura 4-2 - LSIR contornos Iso-riesgo (con una frecuencia de sobrellenado reducida)**



*Fuente: Análisis de Riesgo Cuantitativo*

Se puede observar que, reduciendo la frecuencia del escenario de sobrellenado en un factor de 10, la extensión de los contornos de riesgo se reduce significativamente; no existe un perfil de riesgo 10E-04 por año y la única área en no marítima con un riesgo mayor a 10E-6 por año se encuentra en el área del puerto.

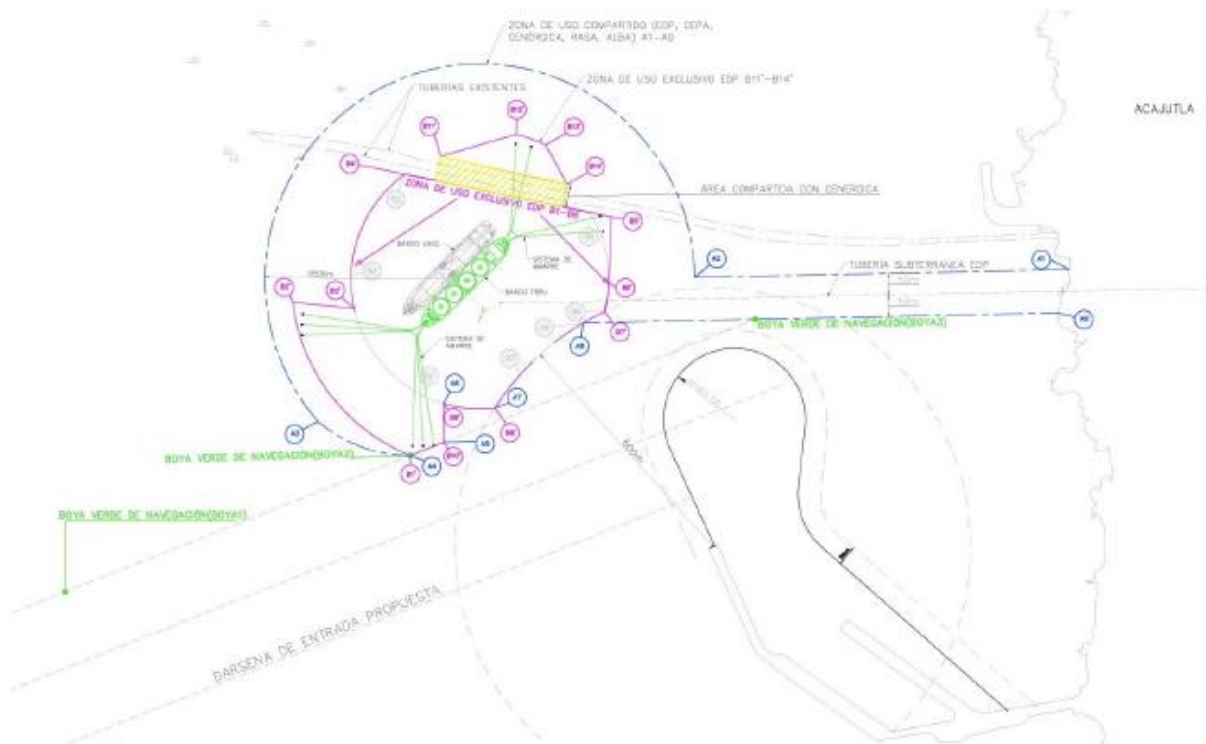
Lloyd's Register recomienda realizar una revisión detallada del escenario de sobrellenado, revisando tanto la posible frecuencia de sobrellenado como las consecuencias del sobrellenado. Si se puede demostrar que los sistemas de protección contra el sobrellenado son robustos, se espera que haya una reducción en el riesgo de producir resultados similares a los que se muestran en la Figura 4-2 que se observa anteriormente.

#### 4.10 Conclusiones

En Resumen, el Estudio QRA desarrollado en la etapa FEED no identificó LSIR en la región de riesgo intolerable al público según los criterios de aceptación de riesgo. El público y el medio ambiente no están expuestos a riesgos inaceptables del proyecto EDP. Durante la etapa de diseño detallado se desarrollará otro Estudio QRA detallado el cual tomará en cuenta aspectos de diseño avanzado tales como dibujos de tubería e instrumentación (P&ID's por sus siglas en ingles). Cabe notar que bajo los

insumos de diseño finales los contornos de ISO riesgo LSIR podrían cambiar de amplitud. El proyecto será diseñado de forma que se asegure que la región de riesgo sea ALARP mediante la aplicación de todas las medidas detalladas en la Sección 4.24 y otras que surjan de la etapa de diseño detallado. El QRA muestra que el riesgo de la terminal de importación de GNL que expone a la dársena de entrada actual (la cual corre estrictamente de oeste a este) está en la región de riesgo tolerable y ampliamente aceptable. En general, la dársena de entrada actual es aceptable tal y como está definida; Sin embargo, el proyecto ha propuesto y tiene aprobación verbal de la AMP y CEPA de rotar la dársena de entrada en dirección “contra reloj” para establecerla como se muestra en las siguientes Figura 4-3 y Figura 4-4.

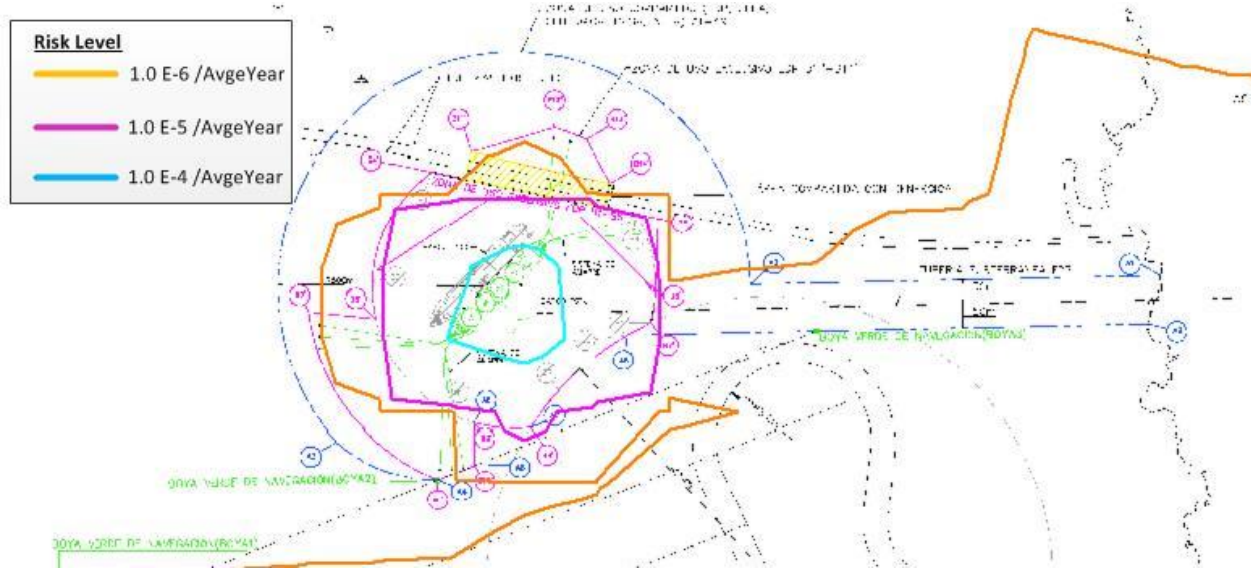
**Figura 4-3 - Dársena de Entrada Propuesta**



*Fuente: EDP, 2018*



**Figura 4-4 - Riesgo Sobreimpuestos en Nuevo Arreglo General**



*Fuente: EDP, 2018*

El proyecto continúa comprometido a instalar una válvula ESD en el terreno de la planta. Adicionalmente, en la actualización del QRA presentada en este capítulo, se realizó un análisis de sensibilidad para comprender la posible reducción del riesgo asociada con la instalación de una válvula ESD activada remotamente en el PLEM. Sin embargo, los resultados indicaron que la instalación de esta válvula ESD en el PLEM no tiene ningún efecto sobre los niveles generales de riesgo.

En la etapa de diseño detallado se analizará el diseño de los refugios y edificios de equipos de proceso en el terminal de importación GNL para minimizar los espacios confinados para reducir los eventos de explosión. No se analizaron escenarios de explosión en la etapa FEED. Los eventos de explosión serán analizados más detalladamente en ingeniería detallada como es hecho típicamente. Los accidentes en la terminal de importación de GNL y el área de la planta de energía pueden afectar a la industria vecina más cercana. Se instalará una protección contra incendios activa, como detectores de gas, alrededor de la instalación, y un plan de respuesta de emergencia proporcionará un proceso para notificar a las personas en las instalaciones vecinas y en el terminal de importación de GNL durante un evento de emergencia de GNL o GN.

#### 4.11 Detección de Gas

Se agregarán detectores de gas en el puerto de Acajutla, si no están ya instalados, y se coordinará un sistema de alarma y un plan de respuesta de emergencia que incluya el puerto en caso de incidente en la terminal de importación GNL.

La detección apropiada de gas será proporcionada por detectores ultravioleta (UV), infrarrojos (IR), electro-catalítico u otro tipo basado en su idoneidad para el sitio y rentabilidad. Para las áreas cercanas al terminal marítimo, el proyecto utilizará detectores de gas tipo punto (IR o catalítico) para alertas /direcciones fuera del sitio. El tipo de instrumento y el nivel de integridad serán similares a los de las instalaciones marinas. Estos serán paquetes independientes de detectores de gas con panel certificado / detectores / luz / alarma / interfaz básica y comunicaciones. La disposición típica es como sigue:

- 2 detectores de gas integrados en un panel certificado dedicado con una luz roja del estroboscópico y una alarma audible.
- Los paneles sólo necesitan una fuente de alimentación externa y medios para comunicarse con las salas de control.
  - a) La funcionalidad es típicamente como sigue:
  - b) La recepción de señal de 1 de cada 2 instrumentos indicará una posible detección de gas y la unidad notificará a la Sala de Control y posiblemente al Departamento de Bomberos un posible problema.
- La recepción de señal de 2 de cada 2 instrumentos es una detección de gas confirmada e inicia la luz estroboscópica y la alarma sonora, aviso al Operador y posiblemente al Departamento de Bomberos. El esquema de señalización 2 de 2 se utiliza para evitar falsas alarmas que alteran al público.
- Especialistas en incendios y gas independientes van a certificar el panel y recertificarán la instalación de forma periódica, típicamente anual.

#### **4.12 Zonas de Seguridad**

El QRA no identificó IR en la región de riesgo intolerable. Por lo tanto, basándose en los criterios de aceptación del riesgo, el público y el medio ambiente no están expuestos a un riesgo inaceptable. Se han identificado regiones ALARP y regiones de riesgos ampliamente aceptados.

#### **4.13 Planta de Energía en Tierra**

La planta generadora en tierra se encuentra más allá del contorno de  $10E-6$  por año y, por lo tanto, se encuentra en la región de riesgo ampliamente aceptable. No se requieren medidas adicionales para la protección del público en esta área.

#### **4.14 Terminal de Importación GNL, Puerto de Acajutla y Residenciales Acajutla**

Hay contornos de  $10E-4$  y  $10E-5$  por año alrededor de la terminal. Estas son áreas donde los miembros del público normalmente no estarían presentes, por lo que no se requieren medidas adicionales para la protección del público en estas áreas.

Un área de riesgo dentro de  $10E-5$  por año se encuentra sobre el embarcadero del Puerto de Acajutla. Esta es un área de riesgo tolerable para los miembros del público.



El contorno 10E-6 cubre algunas áreas industriales y residenciales en tierra que, por lo tanto, se encuentran en la región de riesgo tolerable. No se requerirán medidas adicionales para la protección pública en esta área, siempre que la terminal y las tuberías tengan un riesgo controlado para ALARP.

Cabe señalar que se considera que la revisión de la frecuencia de los escenarios de sobrellenado, tal como se discutió previamente, reducirá significativamente el alcance de las zonas descritas anteriormente.

#### **4.15 Objetivo de Seguridad del Proyecto**

El objetivo de Seguridad e Higiene Industrial del Proyecto será siempre proteger a la comunidad. EDP está comprometida a trabajar solo bajo condiciones que sean seguras para los empleados, el público, y el medioambiente durante las etapas de construcción y operaciones. Durante la etapa de diseño detallado se llevarán a cabo una serie de estudios detallados de seguridad los cuales tendrán el objetivo de estudiar todos los riesgos potenciales y determinar si estos son aceptables o establecer medidas de mitigación. Para gestionar los riesgos potenciales del proyecto para la seguridad pública, EDP se compromete a emprender una serie de iniciativas y estudios como parte de la planificación de proyectos futuros y el trabajo de diseño. Estas iniciativas y estudios se describen en la Sección 9.3.2.

#### **4.16 Plan de Contingencias de Alto Nivel**

El Plan de Contingencias de Alto Nivel con fecha 18 de noviembre del 2016 se mantiene siendo aplicable con la excepción de que al haberse removido la necesidad del FSU del proyecto, las recomendaciones asociadas con el FSU se eliminan a su vez del plan de contingencia.

Lloyd's Register (LR) ha sido contratada por el proyecto para llevar a cabo un plan de contingencia de alto nivel para la terminal de importación de gas natural licuado (GNL) de EDP en Acajutla, El Salvador. Esta versión se desarrolló tempranamente en la fase de ingeniería inicial (FEED) del proyecto con información limitada. El propósito fue asegurar que se preparas un curso preliminar de acción y para que las diferentes partes interesadas estén preparadas para responder a eventos anormales cuando ocurren.

Se ha preparado un plan de contingencia de nivel conceptual y un plan de respuesta de emergencia que delinea el contenido de un futuro Plan de Contingencia más detallado que se desarrollará como parte del diseño detallado del proyecto. Este plan de nivel conceptual describe específicamente los eventos de riesgo que deben ser considerados en el Plan de Contingencia detallado. Elaborado, para tomar todas las medidas necesarias para abordar eventos o emergencias que puedan causar efectos del público, el medio ambiente y materiales, como resultado de las operaciones del proyecto.

Este plan proporciona una revisión de alto nivel de las contingencias para el proyecto, a principios del proyecto. Un plan detallado de contingencia será desarrollado más adelante en el proyecto, en ingeniería detallada, por EDP y otras partes interesadas. Es la mejor práctica comenzar la planificación de contingencia temprano en la vida del proyecto y actualizarla mientras que el trabajo progresa a través del ciclo de vida del proyecto.

#### 4.17 Taller de Planificación de Contingencias

Como parte de la metodología de preparación del plan se realizó un taller de planificación de contingencias en la fase FEED del proyecto por un equipo de personal competente. El propósito del taller fue revisar las contingencias del proyecto y la respuesta de contingencia / emergencia en la ocurrencia de un evento anormal. Los resultados del taller siguen siendo aplicables, a excepción de los relacionados al FSU. La información fue presentada en el documento presentado en 2016.

A continuación, se enumeran las principales conclusiones del taller a ser aplicadas para el proyecto:

- Un plan detallado de contingencia para el terminal de importación de GNL se desarrollará en ingeniería detallada. Incluirá los principales peligros como se discutió en el taller, como una fuga de GNL, incendio y explosión. Ver apartado 4.18;
- Se analizaron los riesgos principales, identificados en las sesiones de taller de identificación de peligros (HAZID), para analizar los riesgos para las personas, el medio ambiente y los bienes. Ver apartado 4.22;
- El proyecto evaluará la necesidad de que el transportista de GNL (GNLC) abandone la terminal de importación de GNL en caso de tsunami u oleaje.
- El puerto de Acajutla está equipado con capacidad de extinción de incendios, incluyendo bomberos, un remolcador de bomberos y ambulancia. Sin embargo, el puerto dará prioridad a la asistencia a sus propias instalaciones ya los buques comerciales; Por lo tanto, el plan de contingencia del proyecto complementará la respuesta y rescate del puerto;
- Un plan de respuesta de derrames para el terminal de importación de GNL se desarrollará en ingeniería detallada para cubrir contingencias en caso de liberación de otros hidrocarburos como el diésel; y
- La evaluación de la seguridad de la instalación portuaria (PFSA) incluirá los riesgos relacionados con la seguridad en el puerto y la contingencia de la dirección en la ocurrencia de una amenaza de seguridad.

#### 4.18 Contenido del Plan de Contingencias

Debido a la naturaleza del GNL, es necesario prevenir y controlar los siguientes eventos:

- Derrame
- Formación de nube de gas
- Fractura frágil cuando está en contacto con las planchas de la cubierta
- Calentamiento rápido
- Encendido
- Incendios de alta radiación de calor, y la presión
- Explosión (Las explosiones de nubes de vapor no son relevantes debido a las áreas abiertas y no hay atrapamiento confinado de gas de los escenarios de derrame definidos.)

El plan de contingencia incluirá medidas de mitigación y medidas para prevenir la escalada de la ocurrencia de estos eventos. Ejemplos de medidas de mitigación incluyen no permitir que ningún buque entre en el puerto cuando se ha identificado una pérdida de contención en el terminal de importación de GNL para evitar una escalada de incendios. Algunos de los equipos de seguridad para controlar y prevenir la escalada incluyen los siguiente:

- Sistema de rociado de agua de cubierta en el buque cisterna;
- Sistema químico seco en el buque o terminal;
- Espumas de alta expansión y sistemas de doble agente para suprimir y controlar las nubes de vapor de GNL en el buque cisterna o en el terminal; y
- Monitores de agua en el buque cisterna o en la terminal.

En el Apéndice 4B se presentan los riesgos y hoja de trabajo del plan preliminar realizado. Que incluye para cada evento considerado:

- 1) Riesgo definido y escenario del accidente. Peligros de funcionamiento normal, como se identifica en el HAZID [1] o HAZID marino;
- 2) Descripción del escenario. Descripción del escenario y posible escalonamiento del escenario;
- 3) Consecuencias. Consecuencias para el personal, medio ambiente y terceros (públicos);
- 4) Principales áreas de enfoque para la respuesta de emergencia. Respuesta general al escenario del accidente, como asegurar / evacuar la escena del accidente, para las autoridades de alerta de emergencia y garantizar la integridad de los activos;
- 5) Procedimiento de Respuesta /Estrategia Principal. Respuesta en cuanto se relaciona con lo siguiente, cuando sea aplicable, que presenta el cronograma para la respuesta a una situación de emergencia:
  1. Alertar a las autoridades pertinentes
  2. Combatir el accidente
  3. Rescatar al personal

4. Evacuación de personal o población
5. Normalización: acción para volver a operaciones normales seguras
- 6) Equipo de respuesta. Equipo implicado en la respuesta al accidente, incluido el equipo a bordo o en el puerto, cuando aplique;
- 7) Personal de respuesta. Personal involucrado en la respuesta al accidente y puede incluir personal de terminal de importación de GNL o bomberos;
- 8) Interfaces y requisitos. Acciones de las autoridades, incluida autoridad portuaria;
- 9) Comentarios Recomendaciones; y
- 10) Comentarios y recomendaciones se indican en esta columna.

La Tabla 4-5 presenta un esbozo de los principales eventos de riesgo y las iniciativas que EDP llevará a cabo para abordar estos eventos. La Tabla 4-6 enumera y explica cada una de las iniciativas y estudios comprometidos.

Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias				
#	Riesgos definidos y Escenario de Accidentes	Descripción del Escenario	Planes de Prevención y Manejo	Iniciativas
1	<b>Eventos Principales</b>			
1.1	Fuga de hidrocarburos (GNL) / Dispersión de gas	Gran derrame de GNL al medio ambiente (derrame sobre el agua) que llega al puerto. Caso de no ignición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis de Fuego y Explosión</li> <li>-Estudio de Peligros y Operatividad (HAZOP)</li> <li>-Plan de Contingencias</li> <li>-Sistema ESD</li> </ul>	<p>Se llevará a cabo una evaluación detallada del alcance de la fuga, la capacidad de aislar la fuga, la nube de gas, las condiciones climáticas y, como resultado, qué áreas están en riesgo. La recomendación al puerto (por ejemplo, evacuación, parada de gestión de tráfico) se hará en consecuencia. El proyecto evaluará la necesidad de retirar el GNLC.</p> <p>-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil.</p> <p>-Se establecerá un protocolo de actuación avalado por CEPA y la AMP en caso de que las áreas de riesgo establecidas requieran suspensión de las Operaciones del puerto de Acajutla.</p> <p>-El Plan de Contingencia establecerá los procedimientos de notificación de emergencia, evacuación del puerto Si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada.</p> <p>-La detección y protección de incendios y gases formará parte del análisis de incendios y explosiones en ingeniería detallada.</p>
1.2	Incendio (si GNL es encendido)	Fuga de GNL al medio ambiente (vertido sobre el agua). Fuego si la fuente de ignición enciende la nube de gas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de fuego y Explosión</li> <li>- Plan de Operaciones</li> <li>-Plan de Contingencias</li> <li>-Sistema ESD</li> </ul>	<p>-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil.</p> <p>-Se establecerá un protocolo de actuación avalado por CEPA y la AMP en caso de que las áreas de riesgo establecidas requieran suspensión de las Operaciones del puerto de Acajutla.</p> <p>-El Plan de Contingencia establecerá los procedimientos de notificación de emergencia, evacuación del puerto Si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada.</p> <p>-Se tendrá una embarcación marina la cual tendrá capacidad de combatir fuegos -La terminal / FSRU contarán con detección y prevención de fuegos de acuerdo a normas internacionales</p> <p>-La detección y protección de incendios y gases formará parte del análisis de incendios y explosiones en ingeniería detallada.</p>

Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias				
#	Riesgos definidos y Escenario de Accidentes	Descripción del Escenario	Planes de Prevención y Manejo	Iniciativas
1.3	Transición rápida de fase (RPT)	Existe una gran fuga de GNL al mar y condiciones para RPT. Escalada: Posible explosión de frío. Consecuencia depende de la composición de GNL, la temperatura del agua, la cantidad de derrames y velocidad de flujo en el agua. Con las condiciones adecuadas para tener RPT, la probabilidad es muy baja para una instalación bien diseñada	-Análisis de Fuego y Explosión -Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias	-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. - Autoridad portuaria: Notificación de emergencia, evacuación del puerto si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -La detección y protección de incendios y gases formará parte del análisis de incendios y explosiones en ingeniería detallada.
1.4	Fugas químicas tóxicas o inflamables	Diésel almacenado en la FSRU es inflamable y puede conducir a la posibilidad de incendio en caso de ignición. Escalada: Fuego si la fuente de ignición enciende el diésel	-Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias '- Sistema ESD	-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. -Se establecerá un protocolo de actuación avalado por CEPA en caso de que las áreas de riesgo establecidas requieran suspensión de las Operaciones del puerto de Acajutla. -El Plan de Contingencia establecerá los procedimientos de notificación de emergencia, vacunación del puerto Si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -Se tendrá una embarcación marina la cual tendrá capacidad de combatir fuegos -La terminal / FSRU contarán con detección y prevención de fuegos de acuerdo a normas internacionales -La detección y protección de incendios y gases formará parte del análisis de incendios y explosiones en ingeniería detallada.



<b>Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias</b>				
<b>#</b>	<b>Riesgos definidos y Escenario de Accidentes</b>	<b>Descripción del Escenario</b>	<b>Planes de Prevención y Manejo</b>	<b>Iniciativas</b>
1.5	Explosión	Explosión	-Análisis de fuego y Explosión -Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -plan de Contingencias - Sistema ESD	-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. - Autoridad portuaria: Notificación de emergencia, evacuación del puerto si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -El Plan de Contingencia establecerá las condiciones bajo las cuales se recomendaría evacuar la población aledaña, y la coordinación de estos eventos.
1.6	Fuego o Explosión en la Planta Termoeléctrica	Fuego o Explosión	-La planta será diseñada siguiendo las guías para prevención de fuegos y explosiones del NFPA (National Fire Protection Agency) - Plan de Contingencia	-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. - Autoridad portuaria: Notificación de emergencia, evacuación del puerto si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -El Plan de Contingencia establecerá las condiciones bajo las cuales se recomendaría evacuar la población aledaña, y la coordinación de estos eventos.
<b>2</b>	<b>Riesgos Naturales</b>			
2.1	Movimiento marítimo de corta duración	Las condiciones atmosféricas locales, como los ciclones, pueden dar lugar a movimientos marinos durante un corto período de tiempo, creando olas de hasta 3,6 m de altura. Escalamiento: Esto puede conducir a un movimiento excesivo del GNLC.	-Plan de Operaciones -Plan de Contingencias	-Activar el Plan de Contingencia y notificar, incluyendo VTS para garantizar comunicaciones de seguridad marítima incluyendo la coordinación con los recursos de rescate, notificar a la entidad de Protección Civil si fuere necesario

Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias				
#	Riesgos definidos y Escenario de Accidentes	Descripción del Escenario	Planes de Prevención y Manejo	Iniciativas
2.2	Oleaje de largo periodo	El clima, las tormentas y la actividad de huracanes pueden conducir a oleajes de largo período con olas de hasta 2,4 m de altura. Escalamiento: Esto puede conducir a un movimiento excesivo del GNLC	-Plan de Operaciones -Plan de Contingencias	-Activar el Plan de Contingencia y notificar, incluyendo VTS para garantizar comunicaciones de seguridad marítima.
2.3	Tsunami, cerca de tierra	El clima, la zona de subducción fuera de la costa de El Salvador, o la actividad sísmica puede resultar en un tsunami. Advertencia avanzada no proporcionada y / o excede el evento de diseño	-Diseño de Sistema de Atrake -Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias '- Sistema ESD	-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. - Autoridad portuaria: Notificación de emergencia, evacuación del puerto si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -Se tendrá una embarcación marina la cual tendrá capacidad de combatir fuegos
2.4	Tsunami, lejos de tierra	El clima, la zona de subducción fuera de la costa de El Salvador, o la actividad sísmica puede resultar en un tsunami. Escalamiento: LNGC pueden abandonar el terminal con una advertencia avanzada. Otros buques pueden colisionar en GNLC, lo que conduce a la pérdida de contención (sólo si la energía de impacto es > 28 mJ).	-Diseño de Sistema de Atrake -Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias '- Sistema ESD	-Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. - Autoridad portuaria: Notificación de emergencia, evacuación del puerto si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -Remolcador dedicado a el proyecto -Se considerará la implementación de un sistema de advertencia redundante, además del sistema de alerta de tsunami del Pacífico (PTWC) durante la etapa de diseño de detalle.

<b>Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias</b>				
<b>#</b>	<b>Riesgos definidos y Escenario de Accidentes</b>	<b>Descripción del Escenario</b>	<b>Planes de Prevención y Manejo</b>	<b>Iniciativas</b>
2.5	Actividad sísmica, terremoto	Clima, zona de subducción fuera de la costa de El Salvador puede resultar en actividad sísmica o terremoto. Escalamiento: Otros buques pueden colisionar en FSRU; Potencial incendio.	-Diseño de la Terminal Marítima - Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias '- Sistema ESD	-Notificar a Autoridad Portuaria y a Protección Civil como fuere necesario, activar el Plan de Contingencias.
2.6	Tormenta eléctrica	Chubascos en la región pueden causar tormentas eléctricas. Escalada: Esto puede causar daños a la infraestructura y potenciales muertes.	-Diseño de la Terminal Marítima - Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias '- Sistema ESD	-La instalación estará diseñada de tal forma que las operaciones puedan continuar de manera segura en caso de tormentas eléctricas (por ejemplo, medidas de mitigación de la ventilación).
2.7	Viento fuerte	Chubascos en la región pueden causar fuertes vientos. Escalada: Esto puede conducir a la rotura de las líneas de amarre.	-Diseño de la Terminal Marítima - Diseño del Sistema de Atraque -Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias - Sistema ESD	[C] La instalación del terminal de importación de GNL debe estar diseñada para soportar vientos fuertes y continuar las operaciones en caso de que se produzcan condiciones de viento elevado
<b>3</b>	<b>Caída de Objetos</b>			
3.1	Caída de objetos durante la elevación de la grúa en el FSRU	N/A	-Análisis de Objetos Caídos	-Se alertará a las Autoridades Portuarias o Protección Civil Si sucede una emergencia.

<b>Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias</b>				
<b>#</b>	<b>Riesgos definidos y Escenario de Accidentes</b>	<b>Descripción del Escenario</b>	<b>Planes de Prevención y Manejo</b>	<b>Iniciativas</b>
3.2	Objeto caído en la tubería submarina a la orilla	Arrastrado y / o lanzado ancla de otro buque en la tubería submarina. Escalada: Daño a la tubería submarina. Pérdida potencial de contención.	-Diseño de la Terminal Marina - Análisis de Objetos Caídos -Plan de Contingencias	-Se alertará a las Autoridades Portuarias o Protección Civil Si sucede una emergencia. -Se trabajará con AMP para establecer un área de no anclaje en la ruta de la tubería submarina
<b>4</b>	<b>Tubo Vertical y Tubería Submarina</b>			
4.1	Fuga de gas al medio ambiente, fuente submarina (tubería submarina o subida submarina)	Ruptura del tubo vertical submarino. Escalada: Liberación de gas al medio ambiente. Caso de ignición	-Diseño de la Terminal -Análisis de Fuego y Explosión -Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) -Plan de Contingencias '- Sistema ESD	Se llevará a cabo una evaluación detallada del alcance de la fuga, la capacidad de aislar la fuga, la nube de gas, las condiciones climáticas y, como resultado, qué áreas están en riesgo. La recomendación al puerto (por ejemplo, evacuación, parada de gestión de tráfico) se hará en consecuencia. El proyecto evaluará la necesidad de retirar el GNLC. -Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. - Autoridad portuaria: Notificación de emergencia, evacuación del puerto si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -La detección y protección de incendios y gases formará parte del análisis de incendios y explosiones en ingeniería detallada.
4.2	Fuga de gas al medio ambiente, fuente de lateral superior (conexión a FSRU, parte del tubo vertical sobre el mar)	Ruptura del tubo vertical debido a la colisión de la nave con el tubo. Escalada: Liberación de gas al medio ambiente. Potencial chorro de fuego si el gas de alta presión se enciende.	-Diseño de la terminal -Análisis de fuego y Explosión -Estudio de Peligros y operatividad (HAZOP) - Estudio de Capas de Análisis y Protección (LOPA) -plan de Contingencias -Sistema ESD	Se llevará a cabo una evaluación detallada del alcance de la fuga, la capacidad de aislar la fuga, la nube de gas, las condiciones climáticas y, como resultado, qué áreas están en riesgo. La recomendación al puerto (por ejemplo, evacuación, parada de gestión de tráfico) se hará en consecuencia. El proyecto evaluará la necesidad de retirar el GNLC. -Este riesgo y actuación correspondiente será abordado en el Plan de Contingencia el cual será sometido para aprobación a Protección Civil. - Autoridad portuaria: Notificación de emergencia, evacuación del puerto si es necesario, parada / gestión del tráfico en la zona afectada. -La detección y protección de incendios y gases formará parte del análisis de incendios y explosiones en ingeniería detallada.

<b>Tabla 4-5 - Actividades a Realizar como parte del Plan de Contingencias</b>				
<b>#</b>	<b>Riesgos definidos y Escenario de Accidentes</b>	<b>Descripción del Escenario</b>	<b>Planes de Prevención y Manejo</b>	<b>Iniciativas</b>
<b>5</b>	<b>Seguridad</b>			
5.1	Amenazas de seguridad	Las amenazas de seguridad local pueden tener un impacto en la seguridad del personal y en los activos y la producción.	-Evaluación de la seguridad de las instalaciones portuarias (PFSA)	-El PFSA será desarrollado en conjunto con Protección Civil. -Este estudio establecerá la infraestructura de seguridad física más adecuada a incluirse en el proyecto y asegurara que las características de diseño detallado de los sistemas de seguridad se incluyen con la mayor precisión posible. Realizado para las instalaciones según el código ISPS. -En el plan de contingencias se establecerán protocolos de actuación para el ingreso de terceros a las áreas restringidas. Estas medidas serán identificadas durante el PFSA y serán avaladas por CEPA y AMP.
<b>6</b>	<b>Otros</b>			
6.1	Fuga de hidrocarburos de fuego de otro buque (por ejemplo, navegando o nacido en el puerto de Acajutla, atracado en la terminal de Cenérgica, amarrado en la terminal de Rasa, o atracado en la terminal de Alba)	Fuga de hidrocarburos de un buque. Escalada: Potencial incendio si se enciende.	Plan de Contingencias	-Debido a la distancia entre el terminal de importación de GNL y el puerto / terminal Cenérgica / terminal Rasa / terminal Alba, no se prevé que un incendio localizado afecte al terminal de importación de GNL. -No obstante, esta eventualidad será analizada en el plan de contingencias

Fuente: Evaluación Cuantitativa del Riesgo

<b>Tabla 4-6 - Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar</b>	
<b>ESTUDIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Ingeniería Detallada</b>	
Estudio de Peligros y Operatividad (HAZOP)	El HAZOP evalúa los sistemas de proceso de la parte superior para identificar los riesgos para las personas (personal y público), el medio ambiente y los bienes. Este taller identifica los riesgos potenciales con enfoque principal en los sistemas de proceso. Se han revisado los procesos de las partes superiores, los sistemas de carga y los principales sistemas de servicios públicos de la FSRU.
Análisis de objetos caídos	Evalúa y revisa cuantitativamente el riesgo de escenarios de objetos caídos (por ejemplo, del estudio de manejo de materiales) durante las operaciones normales para el terminal marítimo. El riesgo de objetos caídos se refleja en el QRA detallado.
Análisis de Fuego y Explosión (FERA)	Los posibles escenarios de incendio y explosión identificados en HAZID y HAZOP se detallan en el estudio FERA cuantitativo. El estudio incluirá análisis de dispersión de gas. En particular, para la evaluación del riesgo de explosión, se requiere un estudio 3D de dinámica de fluidos computacional (CFD) en el diseño detallado teniendo en cuenta los detalles del diseño y la congestión. El estudio FERA confirma las cargas accidentales dimensionales (DAL) para objetivos críticos que deben tenerse en cuenta en el diseño detallado para lograr el riesgo ALARP para posibles escenarios de incendio y explosión. El estudio también puede modelar los efectos de humo, radiación térmica y sobrepresión con respecto a evacuación y las vías de evacuación de las instalaciones.
Análisis de derrames criogénicos	Además de los posibles escenarios de derrame criogénico (pérdida de contención) identificados en HAZID y HAZOP, es necesario realizar un estudio cuantitativo detallado para las operaciones FSRU, y de carga para analizar el riesgo de derrame criogénico. Este estudio confirma las dimensiones requeridas para la contención de derrames criogénicos accidentales que deben tenerse en cuenta en el diseño detallado para lograr ALARP.
Análisis de dispersión de ventilación	El análisis de dispersión de ventilación modelará los efectos de ventilar el proceso (gas natural) en la FSRU durante una emergencia, dadas las tasas de escenarios operativos en una gama de condiciones meteorológicas. El modelado de las emisiones de vapor de GNL permite evaluar si la respectiva nube de vapor de GNL es compatible con el diseño del FSRU / terminal.
Elemento finito para la colisión de la nave	Se realizó un análisis de elementos finitos para una respectiva consecuencia del impacto de una colisión potencial en la LNGC.
Detallado QRA	Evalúa el riesgo y los impactos de eventos peligrosos en el personal, la gente (público) y el ambiente para la ubicación específica del proyecto en El Salvador. Todos los riesgos para el público y el medio ambiente deben estar dentro de la gama ALARP.
Análisis de escape, evacuación y rescate (EERA)	Evalúa cualitativamente la efectividad de las instalaciones, evacuación y rescate. Además, el riesgo potencial para la pérdida de integridad de las rutas de escape de la FSRU / instalación marina es ALARP para los escenarios FERA se evalúan cuantitativamente. Los escenarios de FERA y los cálculos de CFD se utilizan como entrada para este análisis para estimar el riesgo.
Planificación de contingencias	Planifica la respuesta a eventos anormales cuando ocurren.
Tan bajo como razonablemente practicable (ALARP)	Este estudio examina y discute las principales medidas de mitigación para lograr ALARP para las instalaciones marinas en operación normal (GNLC y FSRU). Evalúa si se aplican suficientes medidas de reducción del riesgo para satisfacer el principio de menor costo razonable.



<b>Tabla 4-6 - Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar</b>	
<b>ESTUDIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Evaluación de la seguridad de las instalaciones portuarias (PFSA)	Garantiza que la infraestructura de seguridad física incluida con el proyecto es la más adecuada y que todas las características de diseño detallado de los sistemas de seguridad se incluyen con la mayor precisión posible. Realizado para las instalaciones según el código ISPS.
<b>Operaciones</b>	
Plan de preparación para emergencias / contingencia	Asegura que la mitigación del riesgo, la preparación, la respuesta y la recuperación estén en su lugar para disminuir los impactos de eventos anormales.
Supervisión del rendimiento	Demuestra que existen arreglos para monitorear el desempeño de HSE.
Seguridad laboral / análisis de riesgos	Identifica los peligros de tareas específicas para reducir el riesgo de lesiones a los trabajadores.
Plan de prevención y control de derrames	Documenta los procedimientos a seguir para evitar los derrames y la respuesta en la ocurrencia de un derrame.
Plan de seguridad de barcos	Proporciona prevención y detección temprana de ataques y cobertura de vigilancia mejorada, equipo de detección, uso de iluminación y respuestas de la tripulación.

*Fuente: EDP 2016*

#### 4.19 Resumen de Compromisos

Las instalaciones marinas y tubería de gas natural del proyecto de EDP están comprometidas a proveer combustible a la planta de energía con suministro confiable de una manera segura y aceptable medioambientalmente. El objetivo del plan de seguridad, salubridad y medioambiente, será de proveer un ambiente seguro para el público y para el personal del proyecto.

Para asegurarse que este objetivo sea cumplido, EDP se compromete a llevar a cabo un proceso de manejo de riegos y un programa técnico de seguridad extremadamente riguroso, en línea con las mejores prácticas de la industria y con los códigos y estándares internacionales más onerosos. A continuación, se presenta un resumen de los principales compromisos para gestionar riesgos potenciales del proyecto, incluida la planificación de contingencia.

#### 4.20 Empezando con Instalaciones más Seguras

Los procesos que involucran el manejo de hidrocarburos poseen grandes potenciales para la ocurrencia de eventos anormales, incidentes o accidentes. El desarrollo responsable de estos proyectos incluye actividades extensivas de identificación de peligros, análisis de riesgos y manejo de peligros para asegurar que el riesgo sea tolerable para el público, las instalaciones y los operadores.

En el asesoramiento de mitigación y eventos anormales (peligros) de EDP, se le da preferencia a la eliminación de peligros para producir un diseño inherentemente seguro. Las medidas de reducción de riesgos son priorizadas en el siguiente orden:

1. **Primero la Prevención**– Lograr un diseño inherentemente seguro a través de la eliminación de peligros, disminuir la complejidad de la planta, disminuir el inventario de hidrocarburos, disminuir la presión operativa y disminuir los fluidos de proceso etc.
2. **Luego el Control** – Controlar los peligros a través de métodos activos en el Sistema de Control Distribuido (DCS por sus siglas en ingles) y entrenamiento.
3. **Finalmente, la Mitigación** – Mitigación del riesgo mediante medidas activas y pasivas tales como el sistema contra incendios.

Este enfoque ya se refleja en las decisiones claves del proyecto, tales como localizar las facilidades de almacenamiento del GNL en el mar.

#### 4.21 Seguridad Técnica

EDP está llevando a cabo un proceso riguroso para asegurar la seguridad técnica de las instalaciones. La fase FEED considera, en la medida de lo posible, el potencial de peligros de accidentes mayores, sus riesgos asociados y la identificación de medidas de reducción de riesgo potenciales. Este trabajo está bien encaminado con la terminación del HAZID, el Estudio QRA preliminar, y el taller preliminar de Contingencias en el cual participaron la mayoría de los involucrados en el desarrollo del proyecto.

Estos insumos serán incorporados en el paquete de diseño el cual, a lo mínimo, va a incluir estudios de seguridad básicos, documentos y actividades, incluyendo:

- HAZIDs Marinos y de Arreglo General (Layout);
- Estudios HAZOP y LOPA;
- Estudio y reporte ALARP;
- QRA el cual reflejará los resultados de estudios extensivos, incluyendo como mínimo:
  - FERA, el cual incluirá un análisis probabilístico de explosiones basado en dinámica de fluido computacional (CFD);
  - Análisis de dispersión de humo y gas (incluyendo las unidades de combustión y alivios de presión);
  - Análisis de derrame criogénico;
  - Estudio EERA;
  - Análisis de colisión de buques;
  - Estudio de objetos caídos; y
  - Estudio de transporte de personal.

Los estudios técnicos y talleres de HAZID, QRA y Contingencias preliminares fueron facilitados y completados por Lloyd’s Register, una organización independiente de consultoría bien reconocida en la industria, la cual también es una sociedad clasificadora.

Los resultados del QRA preliminar, los cuales incluyeron ensayos limitados de dispersión de vapor, análisis de radiación, y también una evaluación preliminar de riesgos cuantitativos del proyecto (instalaciones marítimas, tubería y suministro de gas a la planta de energía) indican que los riesgos del proyecto EDP son manejables y están dentro de la región ALARP. Estos resultados van a ser refinados a medida que se avance en la ingeniería del proyecto.

## 4.22 Compromisos de Seguridad

EDP ha llevado a cabo talleres y evaluaciones de peligros, contingencias, estudios de QRA preliminares y otras actividades de seguridad en la etapa FEED. El diseño y enfoque de manejo de peligros continuará cuando el proyecto esté en la etapa de diseño detallado en la cual el proyecto está comprometido a llevar a cabo actividades las cuales aborden los peligros para asegurarse que estos sean aceptables. Los compromisos de seguridad se presentan en la Tabla 4-7.

Tabla 4-7 - Compromisos de Seguridad por Parte de EDP	
EVENTO POTENCIAL	COMPROMISO DE SEGURIDAD DE EDP
<b>Liberación de hidrocarburos</b>	La liberación de hidrocarburos son eventos potenciales extremadamente serios y, por tanto, las instalaciones incluirán medidas extensivas para detectar y mitigar el riesgo asociado con la liberación de estos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diseño Robusto:</b> La terminal marina y tubería de gas serán diseñadas utilizando las mejores prácticas y códigos internacionales para asegurar que la liberación de hidrocarburos sea minimizada. El sistema de control se</li> </ul>

Tabla 4-7 - Compromisos de Seguridad por Parte de EDP	
EVENTO POTENCIAL	COMPROMISO DE SEGURIDAD DE EDP
	<p>asegurará que los procesos operen dentro del rango apropiado. El sistema de control alerta a los operadores cuando las condiciones se acercan a límites operativos y apagará los procesos antes que el sistema pueda operar fuera de sus condiciones de diseño.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Detección de gas:</b> Las instalaciones marinas estarán equipadas con un sistema de detección de gas extensivo para asegurar que la liberación de hidrocarburos sea identificada rápidamente y que la respuesta apropiada sea tomada. El sistema de detección de gas será de alta integridad y será independiente del sistema de control principal.</li> <li>● <b>Válvulas de aislamiento de emergencia:</b> El equipo y tuberías que contengan hidrocarburos serán provistos con válvulas de aislamiento de emergencia de alta integridad, con seguridad contra fuego y de cierre apretado para minimizar la liberación de hidrocarburos y prevenir daños escalados.</li> <li>● <b>Sistema ESD:</b> Las instalaciones marinas serán equipadas con un sistema de apagado de emergencia (ESD) que, cuando sea activado, automáticamente alertará al operador, y pondrá a la planta en un estado seguro (de-energiza motores y cierra válvulas de aislamiento para minimizar la cantidad de escape). Este sistema será de alta integridad y regularmente será probado para verificar que operará cuando sea necesario.</li> </ul>
<b>Fuego</b>	<p>Un fuego es posible en las instalaciones marinas bajo varios escenarios, tales como un fuego en la galera en el bloque de alojamiento, fuego en el cuarto de motores o más seriamente, la ignición de hidrocarburos liberados. Medidas de protección serán incluidas en las instalaciones marinas de EDP para manejar los escenarios potenciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Detección de Fuego y Humo:</b> Las instalaciones marinas serán equipadas con sistema de detección de fuego y humo extensivos para asegurar que el fuego sea rápidamente identificado y la respuesta apropiada sea tomada.</li> <li>● <b>Equipo Contraincendios Portátil:</b> Las instalaciones contendrán equipo contraincendios portátil tales como extinguidores, cobijas contra fuego, etc.</li> <li>● <b>Protección Contra Fuego Pasiva:</b> Protección contra fuego pasiva (PFP) será aplicada a las estructuras principales y equipo identificado como susceptible para prevenir eventos de escalada inaceptables.</li> <li>● <b>Equipo Contraincendios Fijo:</b> Las facilidades marinas serán equipadas con equipo contraincendios fijos los cuales incluirán:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sistema de agua contraincendios basado en bombas cuyos motores operan con diésel. Este sistema será puesto en marcha periódicamente para asegurar su funcionamiento.</li> <li>○ Sistemas de polvo seco y químicos en los espacios de maquinaria, galera y otras áreas.</li> </ul> </li> <li>● Sistemas de N1 o CO2 para los desahogues de emergencia para asegurar que estos fuegos puedan ser extinguidos.</li> </ul>
<b>Liberación de GNL</b>	<p>La liberación de GNL inadvertida puede resultar en un número de peligros dada las propiedades físicas del GNL y la inflamabilidad de la nube de vapor asociada. El diseño incorporará características para mitigar los riesgos asociados con derrames criogénicos. Estos incluirán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Detección.</b> La detección de derrames de GNL será facilitada con sistema de CCTV el cual monitoreara las operaciones de transferencia de GNL, presencia de operadores durante la conexión y comienzo de transferencia, y detección de gas o frío en la terminal marina.</li> <li>● <b>Cortina de Agua.</b> Durante las operaciones de transferencia se establecerá</li> </ul>

Tabla 4-7 - Compromisos de Seguridad por Parte de EDP	
EVENTO POTENCIAL	COMPROMISO DE SEGURIDAD DE EDP
	<p>una cortina de agua para asegurarse que la liberación inadvertida de GNL sea rápidamente vaporizada y que no dañe el acero adjunto dado a las temperaturas tan bajas del GNL.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Estrategia de manejo de derrames criogénicos:</b> Las instalaciones de manejo de GNL sistemáticamente considera y corrige los riesgos asociados a las operaciones de GNL. Dependiendo del área, las medidas de protección contra liberación de GNL incluyen:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Minimización del potencial de fugas.</b> Puntos potenciales de fuga de GNL serán minimizados y, donde se requiera, se instalarán cerca uno de otros para facilitar el manejo.</li> <li>○ <b>Contenimiento y áreas de captación</b> que poseen altas probabilidades de puntos de fuga de GNL y rutas hacia un punto seguro.</li> <li>○ <b>Protección pasiva de frío</b> es similar al PFP pero con diseño para prevenir que el GNL dañe las estructuras de acero al carbón o placas. Se aplicará cuando sea necesario sobre la base de un estudio detallado.</li> <li>○ <b>Cortina de agua e inundación.</b> Será una parte integral de la estrategia contra fugas de GNL relacionado a la ubicación y tamaño de la fuga potencial.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Objetos caídos en la instalación</b>	<p>Equipos, suministro y desechos son trasladados entre las instalaciones marinas y suplen a los buques mediante operación de elevación de grúas de forma permanente. Esto significa que los objetos lanzados representan un riesgo el cual EDP está rigurosamente comprometido a manejar de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El atracadero de buques de suministro y operaciones está localizado lejos de la tubería de elevación (riser) de gas para prevenir que objetos sean lanzados e impacten este punto sensible.</li> <li>● Las partes superiores del FSRU no permiten las operaciones de elevación sobre equipos de proceso activos.</li> <li>● Los rieles fijos y las grúas de pórtico están incluidas en la parte superior del FSRU y dentro de los espacios de maquinaria para facilitar el mantenimiento con un potencial limitado de objetos caídos.</li> </ul> <p>Como medida final, protección contra objetos caídos será aplicado en el equipo en el cual se maneje hidrocarburos que tengan un riesgo inadmisibles de objetos caídos.</p>
<b>Objetos lanzados sobre la tubería</b>	<p>Arrastre de anclas o buques que pueden dañar la tubería submarina posee una baja probabilidad de ocurrencia, pero con daños potenciales serios en caso de que suceda. Algunas medidas para mitigar esta situación incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● La tubería será protegida e instalada en una ruta en la cual las cartas náuticas muestren un área de no anclaje.</li> <li>● La entrada y salida de la tubería será equipada con válvula de paro de emergencia que minimizará el volumen que pueda escapar de la tubería.</li> </ul>
<b>Seguridad de Instalaciones Portuarias</b>	<p>Una evaluación de seguridad de las instalaciones portuarias (PFSA por sus siglas en inglés) fue llevada a cabo durante la etapa FEED por una compañía independiente especializada en esta gestión. La evaluación incluyó la revisión del perímetro de la Planta de energía, del área de acopio y el área de la terminal marina.</p> <p>El proceso PFSA fue llevado a cabo de acuerdo a el código internacional de seguridad de puertos y embarcaciones (ISPS por sus siglas en ingles). La evaluación cubrió los siguientes ítems: 1. Identificación y evaluación de activos e infraestructura importantes; 2. Identificación de posibles amenazas a estos y su probabilidad de</p>

Tabla 4-7 - Compromisos de Seguridad por Parte de EDP	
EVENTO POTENCIAL	COMPROMISO DE SEGURIDAD DE EDP
	ocurrencia; 3. Identificación, selección y priorización de contramedidas e intervenciones procesales y una estimación de su nivel de efectividad en reducción de vulnerabilidades; 4. Identificación de tenuidades, incluyendo factores humanos, en la infraestructura y procedimientos. La metodología de la evaluación utilizada fue tomada del Instituto Nacional de Estándares de Norteamérica (ANSI por sus siglas en inglés) y del Estándar 780 del Instituto de Petróleo de Norteamérica (API por sus siglas en inglés). La metodología incluyo cinco pasos secuenciales: 1. Caracterización; 2. Valoración del peligro; 3. Evaluación de Vulnerabilidad; 4. Evaluación de Riesgo 5. Prevención del riesgo.
Basado en la experiencia de la compañía que gestiono el estudio y los estándares previamente mencionados se identificaron peligros medios y altos y posibles mitigaciones. También se identificaron enfoques del plan de seguridad detallado el cual será llevado a cabo durante la etapa de diseño de detalle. Estos enfoques incluyen:	Basado en la experiencia de la compañía que gestiono el estudio y los estándares previamente mencionados se identificaron peligros medios y altos y posibles mitigaciones. También se identificaron enfoques del plan de seguridad detallado el cual será llevado a cabo durante la etapa de diseño de detalle. Estos enfoques incluyen:

Fuente: EDP 2016

EDP prevé un nivel de detalle en torno a los compromisos de seguridad arriba mencionados, así como nuevos compromisos, de ser necesarios, a medida que el proyecto avanza en el diseño detallado y se definen mejor los riesgos e instalaciones.

### 4.23 Plan de Contingencias

El plan de contingencias de EDP está en proceso, iniciando con la realización de estudios de seguridad preliminares y con la realización de un taller de contingencias en San Salvador en junio de 2016. El plan de contingencias es de suma importancia para mitigar los efectos de riesgos potenciales para el proyecto, puesto que ayudará a asegurar que los interesados están preparados para responder a eventos extraordinarios cuando estos ocurran.

El plan de contingencias es una actividad que se está realizando y que tendrá como producto final un plan de contingencias detallado y de respuesta de emergencia antes de que las instalaciones entren en operaciones.

- De forma temprana en las fases de diseño del proyecto, el plan de contingencias se basa en la identificación de riesgos y análisis de riesgos subsecuentes para identificar eventos anormales y planificar la contingencia en casos de ocurrencia de dichos eventos.



- En la fase de operación del proyecto, el plan de contingencias deberá tomar en cuenta otras fuentes de información tales como reportes de accidentes e inspecciones para mantener el plan actualizado todo el tiempo.

EDP está actualmente en la fase de ingeniería preliminar de diseño (FEED) y el plan de contingencias es preliminar, pero este permite establecer que el proyecto, la comunidad y el puerto de Acajutla será capaz de responder de forma efectiva a un amplio rango de eventos tales como tsunamis, pérdida de contención de hidrocarburos o fuego en la terminal marina de GNL.

A medida que EDP progresa con la definición de los riesgos asociados a las instalaciones, el plan de contingencias se irá refinando y el nivel de detalle aumentará. Finalmente, el plan de contingencias ayudará a asegurar que EDP esté preparado para responder a eventos accidentales o anormales y que dicho plan esté en línea con los procedimientos de emergencia existentes. Además, ayudará a asegurar un plan de respuesta integrado con otras autoridades claves involucradas tales como autoridades portuarias (AMP, CEPA) y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

El plan de contingencias final incluirá, como mínimo, los siguientes eventos:

- A. Procedimientos de respuesta para emergencias controlables, incluyendo el aviso al personal y el uso apropiado del equipo para responder a la emergencia, el aislamiento de ciertas partes del equipo y otros pasos de seguridad aplicables para asegurar que una fuga de gas o líquido sea detenida o reducida en el menor tiempo posible.
- B. Procedimientos que permitan reconocer una emergencia no controlable y tomar medidas que aseguren que el daño al personal en las instalaciones y al público sea reducida asegurando que la mezcla inflamable no se esparza fuera de del área de emergencia y que la radiación térmica de un fuego no exceda los valores aceptables de las regulaciones aplicables.
- C. Procedimientos para inmediata notificación de la emergencia a las autoridades locales correspondientes, incluyendo posible evacuación del personal de los alrededores.
- D. Procedimientos de coordinación con autoridades locales, durante la preparación del plan de evacuación de emergencia, el cual establecerá los pasos necesarios para proteger al público y su atención en centros de salud, en caso de ser requerido.

El plan de contingencias incluirá o referirá los documentos de diseño que describen las medidas para mitigar eventos potenciales de emergencia, abarcando como mínimo:

- E. Sistemas para detectar fugas, gases inflamables, flamas, humo y frío;
- F. Sistemas de alarma;
- G. Protección para sobrepresiones, sistemas de liberación, venteo y purga de hidrocarburos;
- H. Definición de medidas para salidas de emergencias, atención de emergencia;
- I. Sistemas activos y pasivos de manejo y extinción de fuego para las instalaciones marinas y

- J. Medidas de contingencia para:
- a. Operaciones de almacenamiento de gas natural.
  - b. Operaciones de regasificación de GNL y
  - c. Plantas termoeléctricas basadas en gas natural.

#### **4.24 Medidas a Incluir Dentro del Programa de Manejo Ambiental**

Las medidas a incorporar dentro del programa de manejo ambiental en el capítulo 10 se listan a continuación:

- 1) Sistema de Protección contra incendios Instalación del equipo de extinción de incendios: extintores, hidrantes, mangueras, válvulas, unidades móvil espuma, etc. Incluye proveer entrenamiento de extinción de incendios y simulacros
- 2) Sistema de Detección de Fugas. Equipos de detección de fugas en la planta (fijo) y medidores de gas portátiles para detectar fugas en las inspecciones visuales de las instalaciones.
- 3) Detalle la evaluación del riesgo y el plan de contingencia. Realizar una evaluación detallada del riesgo como parte del trabajo de diseño detallado. Desarrollo del Plan de Contingencia y Planificación de Riesgos de Riesgo Mayor. Donde se presentarán en mayor detalle los procedimientos, organización, recursos, comunicaciones, etc. Presentados en apartado 4.23.

# Apéndice 1A- Permiso Ambiental





MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

RESOLUCION MARN-No.20250-1104-2017

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, a los veintiún días del mes de diciembre de dos mil diecisiete. Vistas las diligencias promovidas por el ingeniero Alejandro Gustavo Alle, actuando en su calidad de Apoderado General Administrativo de la sociedad ENERGÍA DEL PACÍFICO, LIMITADA DE CAPITAL VARIABLE, titular del proyecto "LNG TO POWER", ubicado en Calle 24 de Octubre y boulevard Oscar Osorio, Zona Industrial de Acajutla, municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, el cual consiste en la instalación de una Central Térmica para la generación de energía eléctrica con una capacidad neta de 378 MW, utilizando gas natural como combustible y una Terminal Marítima para recibir el Gas Natural Licuado (GNL) y convertirlo en Gas Natural (GN). La planta de generación eléctrica constará de 19 motores de combustión interna Wärtsilä 18V50SG con una capacidad de 18.3 MW cada uno, para una generación de 348 MW, y una turbina de vapor de 30.0 MW que aprovechará los gases de escape de los motores para cerrar un ciclo combinado. Adicionalmente, la planta estará provista de una subestación de energía eléctrica e instalaciones de apoyo. La Terminal Marítima consistirá en una barcaza o Unidad de Almacenamiento y Regasificación (FSRU) dentro de una estructura de rompeolas de tipo ataguía celular o de cajones de concreto; la misma estructura de protección servirá para el atraque de una unidad flotante de almacenamiento (FSU) y para el buque metanero (LNGC); EL ORGANO EJECUTIVO en el Ramo de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONSIDERANDO QUE:

- I. El Titular del proyecto en cumplimiento a los artículos 22 de la Ley del Medio Ambiente y 19 del Reglamento General de la Ley, presentó el Formulario Ambiental, se ha evaluado la envergadura y la naturaleza del impacto potencial a ser causado por la ejecución del mencionado proyecto.
- II. En cumplimiento a los artículos 22 de la Ley del Medio Ambiente y 19 del Reglamento General de la Ley, este Ministerio categorizó el proyecto antes mencionado, determinándose que se encuentra comprendido en el Grupo B, Categoría 2, por lo que se concluyó que el proyecto requería de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, por lo que se proporcionaron los Términos de Referencias para la elaboración del mismo.
- III. Con fecha veintitrés de diciembre de dos mil catorce, se recibió en este Ministerio, el Estudio de Impacto Ambiental, acompañado, entre otros aspectos, el Programa de Manejo Ambiental del referido proyecto, el cual fue evaluado por parte de esta Secretaría de Estado, en cumplimiento a lo establecido en los artículos 19 y 33 del Reglamento General de la misma
- IV. El Estudio de Impacto Ambiental fue hecho del conocimiento del público en cumplimiento con lo establecido en los artículos 25 letra a), de la Ley del Medio Ambiente y 32 del Reglamento General de la misma; al respecto, no hubo opiniones u observaciones por escrito por ninguna persona natural o jurídica.



- V. Para asegurar el cumplimiento del Permiso Ambiental, en cuanto a la ejecución del Programa de Manejo Ambiental correspondiente a la Etapa de Ubicación y Construcción, se recibió en este Ministerio, la Fianza de Cumplimiento Ambiental, que se establece en los artículos 29 de la Ley del Medio Ambiente, 19 y 34 del Reglamento General de la Ley, cuantificada en NOVECIENTOS VEINTICUATRO MIL CIENTO TREINTA Y OCHO 48/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (\$924,138.48), por un plazo de CUARENTA MESES, contados a partir del día dieciocho de octubre de dos mil diecisiete.
- VI. De conformidad a lo dispuesto en los Artículos 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25 y 29 de la Ley del Medio Ambiente y los Arts. 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33 y 34 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente, es procedente emitir la presente Resolución;
- VII. Con fecha treinta de noviembre de dos mil diecisiete, según Acuerdo No.643, el Presidente de la República Salvador Sánchez Cerén, Acordó Encargar el Despacho de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con carácter ad-honorem, durante el período comprendido del 17 al 21 de diciembre de dos mil diecisiete, al señor Viceministro del Ramo, Doctor Ángel María Ibarra Turcios, y en tal sentido, tiene la facultad para firmar Resoluciones como la presente

POR TANTO,

De conformidad a los considerandos anteriores;

RESUELVE:

1. OTORGAR EL PERMISO AMBIENTAL DE UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN a la sociedad ENERGÍA DEL PACÍFICO, LIMITADA DE CAPITAL VARIABLE, representada por el ingeniero Alejandro Gustavo Alle, en su calidad de Apoderado General Administrativo. Dicha sociedad es la titular del proyecto "“LNG TO POWER”", ubicado en Calle 24 de Octubre y boulevard Oscar Osorio, Zona Industrial de Acajutla, municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, el cual consiste en la instalación de una Central Térmica para la generación de energía eléctrica con una capacidad neta de 378 MW, utilizando gas natural como combustible y una Terminal Marítima para recibir el Gas Natural Licuado (GNL) y convertirlo en Gas Natural (GN). La planta de generación eléctrica constará de 19 motores de combustión interna Wärtsilä 18V50SG con una capacidad de 18.3 MW cada uno, para una generación de 348 MW, y una turbina de vapor de 30.0 MW que aprovechará los gases de escape de los motores para cerrar un ciclo combinado. Adicionalmente, la planta estará provista de una subestación de energía eléctrica e instalaciones de apoyo. La Terminal Marítima consistirá en una barcaza o Unidad de Almacenamiento y Regasificación (FSRU) dentro de una estructura de rompeolas de tipo ataguía celular o de cajones de concreto; la misma estructura de protección servirá para el atraque de una unidad flotante de almacenamiento (FSU) y para el buque metanero (LNGC).
2. Forman parte integrante de la presente Resolución y por consiguiente de obligatorio cumplimiento para el titular del proyecto, los siguientes documentos: El Dictamen Técnico





Favorable, el Estudio de Impacto Ambiental y sus adendas, el cual entre otros aspectos, contiene el Programa de Manejo Ambiental. Tales documentos, serán utilizados de fundamento para realizar la Auditoría de Evaluación Ambiental.

3. Cualquier ampliación, rehabilitación o reconversión que se pretenda realizar al proyecto, el titular deberá presentar el Formulario Ambiental pertinente, de acuerdo al Artículo 22 de la Ley del Medio Ambiente y no podrá realizar acción alguna tendiente a ejecutarla, sino hasta que este Ministerio emita la Resolución que corresponda. De lo contrario, esta Cartera de Estado iniciará los procedimientos administrativos establecidos en la Ley del Medio Ambiente.
4. Será responsabilidad del titular, corregir cualquier impacto negativo significativo originado por las actividades no contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental y su documentación conexas.
5. Este Permiso Ambiental, no exime al titular del proyecto de obtener las demás autorizaciones que establecen las leyes de nuestro Estado, como requisitos para la ejecución del presente proyecto.
6. Este PERMISO AMBIENTAL DE UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN, no otorga el Derecho al titular del proyecto antes mencionado para iniciar el funcionamiento del mismo.
7. Una vez concluidas las medidas ambientales para la ubicación y construcción, el titular deberá solicitar a este Ministerio, por lo menos dos meses antes del vencimiento de la mencionada Fianza, la auditoría de evaluación ambiental de acuerdo al Art. 27 de la Ley del Medio Ambiente y los artículos 35, 36, 36-A, 37, 38 y 39 de su Reglamento General.
8. El incumplimiento a la presente Resolución por parte del titular del proyecto antes mencionado, faculta a este Ministerio a iniciar los procedimientos administrativos establecidos en la Ley del Medio Ambiente.

La presente Resolución entrará en vigencia a partir del día de su notificación. COMUNÍQUESE.-  
ÁNGEL MARÍA IBARRA TURCIOS, VICEMINISTRO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, ENCARGADO DEL DESPACHO.-----



Licda. Vilma Celina García de Monterrosa  
Directora General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental





## DICTAMEN TÉCNICO FAVORABLE PARA EL PERMISO AMBIENTAL DE UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "LNG TO POWER"

### I. GENERALIDADES

- **Número DGA:** 20250
- **Nombre del proyecto:** LNG to Power
- **Nombre del titular:** Energía del Pacífico, Limitada de Capital Variable
- **Representante legal:** Eduardo Antonio Zablah Hasbun C/P Eduardo Antonio Zablah Touche Hasbun
- **Apoderado general administrativo:** Alejandro Gustavo Alle
- **Ubicación del proyecto:** Calle 24 de Octubre y boulevard Oscar Osorio, Zona Industrial de Acajutla, municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate.

### II. ANTECEDENTES

En fecha 02 de mayo de 2014, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales recibió el Formulario Ambiental con correlativo DGA 20250, del señor Alejandro Gustavo Alle en su calidad de apoderado general administrativo de la sociedad Energía del Pacífico, Limitada de Capital Variable, titular del proyecto "LNG to Power", para su evaluación.

Mediante Resolución MARN-No.20250-670-2014, de fecha 28 de mayo de 2014, se resolvió requerir Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto "LNG to Power". En fecha 23 de diciembre de 2014, se recibe en esta Cartera de Estado, Estudio de Impacto Ambiental del proyecto en mención.

Se emite requerimiento de Consulta Pública por este Ministerio, en fecha 14 de enero de 2015 a través de oficio MARN-DEC-GEA-20250-0047-2015. Se realizaron publicaciones a través de tres anuncios de manera consecutiva en el periódico La Prensa Gráfica a partir del 27 de enero de 2015 al 29 de enero de 2015. Posterior a la tercera publicación el Estudio de Impacto estuvo del 30 de enero de 2015, al 12 de febrero de 2015 a disposición para que cualquier persona natural o jurídica que se considerara afectada lo consultara en el las oficinas de este Ministerio ubicadas en Colonia Escalón, municipio y departamento de San Salvador, y en la Alcaldía del municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, periodo en el cual no fue consultado.

En fecha 09 de marzo de 2015, mediante oficio MARN-DEC-GEA-20250-0289-2015, se emitieron observaciones al Estudio de Impacto Ambiental.

En fecha 31 de mayo de 2016, se remite a esta Cartera de Estado "Resumen de caracterización biológica zona costero marina"; asimismo, en fecha 18 de octubre de 2016, ingresa documento "Evaluación de la calidad de sedimentos y plan de gestión de sedimentos, Puerto de Acajutla, El Salvador", para su consideración el proceso de evaluación ambiental del DGA 20250.

Ingresa documento de respuesta a las observaciones al Estudio de Impacto Ambiental, en fecha 15 de diciembre de 2016.

En seguimiento al mismo, ingresa información complementaria al Estudio de Impacto Ambiental, en fecha 23 de enero y 21 de febrero de 2017, referida a Estudio Memorándum de Transporte y Acumulación de Sedimentos, mapa de sitio propuesto de deposición de material de dragado e información complementaria al estudio de emisiones atmosféricas.



En fecha 03 de abril de 2017, se emite nota MARN-DEC-GEA-20250-0436-2017, con la reiteración a las observaciones al Estudio de Impacto Ambiental.

Ingresó documento de respuesta a la reiteración de observaciones al Estudio de Impacto Ambiental, en fecha 05 de julio de 2017, además de información adicional el 18 de octubre de 2017.

En fecha 18 de octubre de 2017, se emite nota MARN-DEC-GEA-20250-1287-2017, mediante la cual se requiere la Fianza de Cumplimiento Ambiental para la etapa de Ubicación y Construcción del proyecto "LNG to Power", además del Convenio para el Cumplimiento de la Compensación Ambiental, suscrito entre el Titular de la actividad y el Fondo de la Iniciativa para Las Américas (FIAES), para la compensación ambiental.

En fecha 01 de diciembre de 2017, el titular remite la Fianza de Cumplimiento Ambiental requerida y la copia del convenio suscrito entre FIAES y Energía del Pacífico, Ltda. de C.V.

### III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado "LNG TO POWER" consiste en la instalación de una Central Térmica para la generación de energía eléctrica con una capacidad neta de 378 MW, utilizando gas natural como combustible y una Terminal Marítima para recibir el Gas Natural Licuado (GNL) y convertirlo en Gas Natural (GN).

La planta de generación eléctrica constará de 19 motores de combustión interna Wärtsilä 18V50SG con una capacidad de 18.3 MW cada uno, para una generación de 348 MW, y una turbina de vapor de 30.0 MW que aprovechará los gases de escape de los motores para cerrar un ciclo combinado. Adicionalmente, la planta estará provista de una subestación de energía eléctrica e instalaciones de apoyo.

La Terminal Marítima consistirá en una barcaza o Unidad de Almacenamiento y Regasificación (FSRU) dentro de una estructura de rompeolas de tipo ataguía celular o de cajones de concreto; la misma estructura de protección servirá para el atraque de una unidad flotante de almacenamiento (FSU) y para el buque metanero (LNGC).

#### 3.1 Ubicación y Distribución de Áreas del Proyecto

El proyecto se ubica en la calle 24 de Octubre y boulevard Oscar Osorio, zona industrial de Acajutla, municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, dentro de terrenos arrendados a la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA). (Ver figura 1)

El total de área del proyecto en tierra es de 183,284.30 m<sup>2</sup>, donde 126,431.09 m<sup>2</sup> serán ocupados por la Central Térmica, y los 56,853.21 m<sup>2</sup>, restantes, corresponden a las áreas para tubería de Gas Natural, y acopio durante la construcción, distribuida según la tabla 1.

Tabla 1. Áreas a ser Ocupadas por el Proyecto Dentro del Terreno de CEPA

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )
Terreno para Central Térmica	126,431.09
Terreno para tubería de GN de la Terminal Marítima a la Central Térmica	15,976.68
Terreno a arrendar para paso de tubería y área de acopio durante construcción	40,876.53
Total de áreas de proyecto en tierra	183,284.30



### 3.2 Combustible a Utilizar

El combustible a utilizar en los motores para la generación de energía es el Gas Natural proveniente de la vaporización del Gas Natural Licuado. El valor calorífico inferior esperado del gas será como mínimo  $36 \text{ MJ/m}^3 \text{ N}$  y el número de metano esperado es de 80.

El proceso de licuefacción del gas natural requiere de la extracción de algunos de los componentes no-metano como el agua y el dióxido de carbono, para evitar que se solidifiquen cuando el gas es enfriado a la temperatura de  $-256 \text{ }^\circ\text{F}$ . Como resultado, el GNL está típicamente compuesto de metano.

El único acondicionamiento que se dará al GNL es regasificarlo y convertirlo a Gas Natural.

El GNL permanecerá a casi la misma temperatura si la presión se mantiene constante (auto refrigeración). Mientras que al vapor (GNL vaporizado por ebullición) se le permita salir del tanque (el tanque de GNL), la temperatura será constante. Esta evaporización será capturada por las instalaciones del GNL y los buques y es utilizada como combustible. Habrá un generador de nitrógeno para proteger los tanques de incremento de temperatura

### 3.3 Central Térmica de Ciclo Combinado

La Central Térmica de 378 MW de potencia operará con gas natural como combustible y constará de los siguientes elementos:

- a) Edificio de casa de máquinas, donde se ubicarán 19 unidades de motor - generador Wärtsilä 18V50SG, que operan a gas natural de media velocidad;
- b) Calderas de recuperación de calor, una para cada unidad motor-generador, que son calderas que aprovechan el calor de los gases de escape;
- c) Sistema de manejo de gases de escape, con dos módulos de seis chimeneas agrupadas y un módulo de cuatro chimeneas y uno de tres chimeneas. Las chimeneas se agrupan con el objetivo de mejorar la dispersión de gases de escape.
- d) Una turbina de vapor de 30 MW de capacidad, para aprovechar los gases de escape.
- e) Sistema de enfriamiento, para el enfriamiento de la turbina de vapor y de los motores; se tendrá un sistema de radiadores montados sobre el techo de la casa de máquinas.
- f) Subestación eléctrica: para transformar la energía que será entregada a la empresa transmisora.

Los motores operan con el ciclo de combustión "Otto", con gas de baja presión, mientras que para el ciclo combinado utilizara un sistema de agua/turbina de vapor (ciclo Rankine). La configuración de la Central Térmica permitirá al proyecto tener una eficiencia neta del 49.4%.

Para interconectar el proyecto a la red eléctrica nacional se requerirá de la construcción de una línea de transmisión de alto voltaje de 230 kV. Esta línea de transmisión está fuera del alcance del proyecto, por lo que se evaluará como un proyecto independiente.

El consumo interno de la Central Térmica es de 8,501 kW. La capacidad neta de la Central Térmica en condiciones ambientales de diseño es de 378 MW; y la tasa de conversión de calor (Heat Rate) de 7800 BTU/kWh (Contenido calorífico superior).

La Central Térmica está diseñada para operar en ciclo combinado óptimamente, pero podrá operar en ciclo abierto en caso que la turbina de vapor este en mantenimiento. El ciclo combinado incluye el ciclo simple (combustión del combustible en el motor) y un segundo ciclo que es el uso de los gases calientes de escape del motor para producir vapor el cual impulsa a una turbina de vapor.



El consumo estimado de GNL para la Central Térmica está entre 70,000 m<sup>3</sup> y 100,000 m<sup>3</sup> por mes, lo que significa que teniendo en cuenta el tamaño de buques metaneros, se espera tener unas 8 entregas de GNL por año, como mínimo. La capacidad total de la Terminal Marítima a construir es de 32 entregas al año.

#### Unidades Motor-Generador

Se instalarán motores y generadores Wärtsilä 18V50SG, que serán montados sobre una sola plataforma, montada a su vez sobre una fundación de concreto mediante columnas de acero.

El motor es de cuatro tiempos, con pre-cámara, de encendido por chispa, de inyección por puerto, pistón de tronco, y con diseño de enfriamiento interno. El motor está diseñado para operación continua, a cualquier carga entre 30% a 100% de la carga nominal.

El Generador es de 13,800 voltios, a 60 Hz. El generador es de tipo sincrónico, de tres fases, de polo saliente. Tendrá una potencia aparente del generador de 23,449 kVA y un factor de poder medido: 0.8.

Los gases de escape son evacuados a través de un silenciador y chimenea. El silenciador reduce el ruido del motor. Las chimeneas tendrán un diámetro de 1.6 m y una altura de 50 m.

#### Producción Eléctrica Secundaria: Ciclo Combinado

Todos los motores estarán equipados con calderas separadas, de tipo de tubo de agua, empleando los gases de escape. El sistema de generación de vapor está diseñado para entregar vapor sobrecalentado a una turbina de vapor y de un generador para producción adicional de energía. El vapor será condensado y luego devuelto al sistema de calderas (circuito cerrado).

Las características de la caldera serán las siguientes:

- Generación de vapor sobrecalentado: 2.5 kg/s;
- Presión de vapor sobrecalentado: 15.5 bar;
- Temperatura de vapor sobrecalentado: 352 °C;
- Presión de vapor saturado: 16 bar;
- Temperatura de vapor saturado: 201 °C;
- Flujo de gases de escape: 31.4 kg/s;
- Temperatura de ingreso de gases de escape: 382 °C; y
- Temperatura de salida de gases de escape: 180 °C.

Las características de la turbina de vapor serán las siguientes:

- Entrega bruta según las condiciones ambientales del sitio: 30,150 kW (el);
- Flujo másico de vapor: 47 kg/s;
- Presión de vapor de ingreso: 15 bar (a);
- Temperatura de vapor de ingreso: 347 °C; y
- Presión de vapor de salida: 0.2 bar (a).

Las características del generador serán las siguientes:

- Capacidad nominal: 37,688 kVA;
- Voltaje nominal: 13.8 kV, rango de ajuste de ±5%;
- Frecuencia: 60 Hz; y
- Velocidad: 1,800 rpm.

El vapor que sale de la turbina es llevado al condensador, que mantiene la presión del vapor de salida de la turbina lo más bajo posible. Las características serán las siguientes:

- Capacidad de vapor a condensar: 47.3 kg/s;
- Presión de condensación de vapores: 0.2 bar;





- Temperatura de condensación: 60 °C;
- Flujo másico de agua de enfriamiento: 2375 kg/s;
- Temperatura de entrada, agua enfriamiento: 45 °C; y
- Temperatura de salida, agua enfriamiento: 55 °C.

### Sistema de Distribución Eléctrica

Dentro de la planta se contará con un sistema de distribución eléctrica, para elevar su voltaje de manera que pueda ser entregada a la red de transmisión. Los principales elementos son el sistema de bajo voltaje, para suministrar energía al interior de la planta; sistema de corriente directa, para suministrar corriente directa a algunos de los equipos; y subestación eléctrica.

La subestación eléctrica tendrá conexión entre transformadores 13.8kV/230kV en el lado de alta tensión y subestación tipo interruptor y medio a 230kV; dos transformadores 230/115kV de 250 MVA. Se evaluará como parte de otro proyecto una línea aérea doble terna en 230 kV desde la Central Térmica hasta la Subestación Ahuachapán 230kV y una línea aérea doble terna en 115 kV, para la interconexión con la Subestación Acajutla, ambas de ETESAL.

### Áreas de Apoyo

El proyecto tendrá además las siguientes áreas de apoyo

- Sistema de abastecimiento agua: tratamiento de agua para las calderas y otros procesos y almacenamiento de la misma, pozo, bombas;
- Casetas. Para control del acceso a la Central Térmica;
- Cafetería, servicios sanitarios y vestidores para los empleados;
- Administración. Para la administración de todas las operaciones en la Terminal Marítima y Central Térmica, incluye el cuarto de control de operaciones, donde se monitorean todas las actividades;
- Estacionamientos: para los administrativos y técnicos especialistas de la Central Térmica, además de visitantes;
- Mantenimiento, que incluye bodega, taller de mantenimiento y zona de almacenamiento al aire libre y almacén general. Cuenta con parqueo independiente para camiones descargando equipo;
- Tanque de agua de proceso y del sistema contra incendios, de 15 m de diámetro, con capacidad para 1,500 m<sup>3</sup> y casa para bombas del sistema contra incendios. Se ha dimensionado para 2 horas tomando en cuenta el peor de los incendios;
- Zonas verdes; y
- Áreas de circulación.

### Distribución de Áreas de la Central Térmica

En la figura 2 se presenta un esquema de la distribución de los distintos elementos de la Central Térmica dentro del terreno.

Todos los equipos de procesos serán importados, y vienen en módulos pre-ensamblados a ser conectados en el sitio y probados en fábrica, como se muestra en la figura 3 y el sistema de ciclo combinado se muestra en la figura 4.



En las tablas 3 y 4 se muestran las áreas a ser ocupadas por el proyecto en el terreno de la central térmica y subestación, así como las ocupadas fuera de este.

*Tabla 3. Áreas a ser ocupadas por el proyecto en el terreno de la central térmica y subestación*

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje
Subestación eléctrica	23,254.27	18%
Edificio principal	21,019.53	17%
Estanque de retención	1,252.48	1%
Estacionamiento	702.39	1%
Estructuras varias	1,819.26	1%
Calles	5,700.26	5%
Área de 4 pozos	314.60	0%
Área de uso futuro	49,337.03	39%
Área verde	23,031.27	18%
Área total	126,431.09	100%

*Tabla 4. Áreas a ser ocupadas por el proyecto fuera del terreno arrendado para la central térmica y subestación*

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje
Terreno para tubería de GNL del muelle a la Central Térmica	15,976.68	28%
Terreno para acopio durante la construcción y paso de tubería	40,876.53	72%
Total, áreas complementarias	56,853.21	100%

### Balace de Masa y Energía

En la figura 5 se presenta el balance de masa y energía. Por cada uno de los motores se consumen 39,782 kW-h de combustible y salen 18,328 kW-h de energía (bruta). Adicionalmente se producen 1,582 kW-h por cada motor en la turbina de vapor, que opera con el vapor de las calderas de recuperación de calor de cada motor.

### **3.4 Terminal Marina de Gas Natural Licuado**

La Terminal Marítima de GNL comprende dentro de sus alcances los siguientes componentes:

- Una unidad flotante de almacenamiento (FSU), el cual consiste en un buque con capacidad de carga de hasta 140,680 m<sup>3</sup> de GNL, atracado de forma semipermanente al rompeolas.
- Una unidad de regasificación y almacenamiento flotante (FSRU), buque que estará atracado de forma permanente y rodeado por el rompeolas, con capacidad de producción de 280 millones de pies cúbicos por día (MMSCFD) de gas natural, y con capacidad de almacenamiento buffer de hasta 100,000 m<sup>3</sup> de GNL.
- Un rompeolas, ataguía celular o de cajones para proteger el FSRU, además, para atraco del FSU y para el buque carguero de gas natural licuado (LNGC); estos últimos tendrán capacidades entre los 136,000 m<sup>3</sup> y 180,000 m<sup>3</sup>.
- Sistemas de transferencia de GNL y plataformas de acceso.
- Un gasoducto de aproximadamente 1,817 metros, 1,300 submarinos y el resto en tierra, que transportará gas natural desde el FSRU hasta la planta en tierra.

En la figura 6, se muestra el diseño de la terminal marítima, con la opción de celdas celulares, con la disposición y amarre de la terminal y sus diferentes elementos.



### Área de la Terminal Marina

En la tabla 5 se muestran las áreas a ser ocupadas sobre el mar.

*Tabla 5. Áreas a ser ocupadas sobre el mar*

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje
Cofre o ataguía conteniendo el FRSU	15,660.00	34%
Unidad de almacenamiento flotante	17,147.73	37%
Tubería bajo lecho marino	13,000.00	28%
Total de áreas sobre el océano	45,807.73	100%

### Distanciamientos de la Terminal Marina

La ubicación de la tubería, del rompeolas con el FSRU, la ubicación del FSU de la Terminal Marítima consideran los siguientes factores:

- Proveer un mínimo de 600 m de distancia de separación entre el muelle existente de CEPA y las instalaciones en el mar del Proyecto (FSU, buques tanques y rompeolas);
- Mantener un mínimo de distancia de separación de 500 m entre el Proyecto y las instalaciones de CENERGICA;
- Evitar las tuberías de CENERGICA localizadas al norte; y
- Tener una adecuada profundidad de agua para maniobra segura y amarre de FSU y buques LNGC que visitarán el sitio.

### Atraque de las Barcazas

Se espera que el FSU permanezca atracado semipermanentemente, con la excepción de momentos que existan fenómenos meteorológicos extremos. La barcaza FSRU será amarrada de manera permanente dentro del rompeolas. El FSU y LNGC serán amarrados a la estructura a través de sistemas de amarre convencionales para terminales marítimas.

El LNGC atracará solo cuando sea necesario abastecer al FSU, a un costado de este. Se ubicará espuma flotante o defensas neumáticas entre ambos barcos, para protección durante el atraque. Líneas de amarre del LNGC serán aseguradas a los postes de amarre y al FSU.

En la figura 7 se presenta un detalle en perfil de los principales elementos de la terminal, con la opción de rompeolas de tipo ataguía celular.

### Proceso de Descarga del Buque Carguero

El buque carguero de gas natural licuado (LNGC) atracará a un costado del FSU. Protecciones flotantes de espuma o neumáticos se colocarán entre los barcos y se conectarán al FSU. El LNG se transfiere desde el LNGC a la FSU a través de sistemas de mangueras flexibles.

Los LNGC serán apoyados por remolcadores de apoyo durante la aproximación a la Terminal Marítima. Se requerirá un remolcador de espera en la Terminal Marítima en todo momento para la FSU y cuando un LNGC está atracado el fin de servir los barcos para respuesta de emergencia debido a los tsunamis, incendios, o cualquier otro evento



### Operación de la Unidad de Almacenamiento Flotante (FSU)

El FSU contará con una caldera con sistema de enfriamiento utilizando agua de mar. Se utilizarán 10,000 m<sup>3</sup>/h de agua de mar. El agua se regresará al océano 5 °C más caliente. El FSU tendrá dos calderas de vapor sobrecalentado de 120,000 lb/h que funcionarán con gas natural. Se detalla la capacidad de cada caldera:

- Generación de vapor sobrecalentado: 120,000 libras / h;
- Presión de vapor sobrecalentado: 90 bar;
- Temperatura del vapor sobrecalentado: 600 °C;
- El consumo de combustible de cada caldera, amarrado al terminal marítimo, produciendo 26,000 libras de vapor será de 750 libras / hora de gas natural

### Proceso de Regasificación

La regasificación será realizada conforme a la demanda, es decir, se regasificará el combustible que sea necesario de acuerdo a la demanda de la planta de generación eléctrica.

El GNL será bombeado desde los tanques de almacenamiento del FSRU a los vaporizadores de carcasa y tubo donde se utiliza un ciclo de agua dulce con glicol para vaporizar el GNL. El agua con glicol es posteriormente calentada en un segundo intercambiador de carcasa y tubo, la fuente de calor será agua de mar. La unidad de regasificación se compone de tres (3) trenes, que pueden funcionar de forma totalmente independiente. Los tres trenes tienen una capacidad de 93.3 millones de pies cúbicos por día (MMPCD) cada uno. Dos de ellos estarán de respaldo, con el objetivo de garantizar la entrega de gas natural de forma permanente a la planta

El FSU entregará el GNL al FSRU, con un caudal de 3,000 m<sup>3</sup>/h a ser almacenado en los tanques del FSRU. Esta entrega no es realizada de forma permanente, si no cuando se necesite llenar los tanques.

Para la regasificación se necesita un flujo de agua de mar de 10,000 m<sup>3</sup>/h, misma que será devuelta, después de ser utilizada para la regasificación. Se ha tomado como temperatura base para toma del agua de 28°C, siendo el agua devuelta 5 °C más fría, es decir a 23°C.

Las principales características de tuberías, y las corrientes de GNL y GN en el proceso de regasificación y entrega del GN se presentan en la Tabla 6.

*Tabla 6. Corrientes de GNL y GN en Proceso de Regasificación y Entrega de GN*

Corriente	1. LNG del FSU al FSRU	2. Tanque FSRU a Vaporizador 1	3. GN de vaporizador a la planta 1	4. Tanque FSRU a Vaporizador 2	5. GN de vaporizador a la planta 2	6. Tanque FSRU a Vaporizador 3	7. GN de vaporizador a la planta 3	8. Tubería GN hacia la planta	9. Gas de evaporación de FSRU a bombas	10. Gas de evaporación de bombas a Tubería GN	11. Agua de mar para regasificación entrada	12. Agua de mar para regasificación salida
Flujo (m <sup>3</sup> /h)	3,000	177		177		177					10,000	10,000
Flujo (MMSPCD)			93.3		93.3		93.3	280	12	12		
FASE	Líquido	Líquido	Gas	Líquido	Gas	Líquido	Gas	Gas	Gas	Gas	Líquido	Líquido
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	460	460	9	460	9	460	9	8	1	8	1,000	1,000
Presión (Bar)	2	13	12	13	12	13	12	11	1.1	1	5	5
Temperatura (°C)	-163	-163	5	-163	5	-163	5	5	-140	5	28	23
Diámetro (pulgadas)	16	6	14	6	14	6	14	24	10	8		
Longitud (m)	100	50	50	100	50	100	50	50	50	100	40	40
Volumen (m <sup>3</sup> )	13.0	0.9	0.5	1.8	0.5	1.8	0.5	14.6	2.5	3.2		
Masa (kg)	5967	420	45	83	45	839	45	117	3	26		



De los tanques del FSRU, se entrega el GNL a  $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$  al equipo de regasificación, a 13 bares de presión; El GN ya regasificado, se entrega a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a la planta, a 12 bares de presión. Esta operación se realizará de forma permanente, cuando esté operando la planta.

El gas de evaporación (Boil off Gas - BOG) a generarse en los tanques de almacenamiento del FSRU y FSU o del buque de LNGC se utilizará parcialmente para la planta de generación de energía. El gas de evaporación, si se alcanza la presión máxima en los tanques, se enviará a la planta o, alternativamente, a la unidad de combustión de gas en caso de que no haya ningún consumo en la planta. El gas de evaporación sale de los tanques a  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a 1.1 bares de presión, y se lleva a los compresores para llevarlo a 1 bar y  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para poder ser entregado.

En la figura 8, se presenta el diagrama de Operación de la Terminal Marina de LNG.

### Tubería de Transporte de Gas Natural

El suministro de gas natural ya regasificado a ser proporcionado por el FSRU, se transportará a través de una tubería submarina al punto de conexión con la tubería de gas en tierra y luego a la planta.

Para la tubería en tierra, la construcción comenzará con la limpieza del corredor del gasoducto. El suelo, incluyendo tierra orgánica será acopiado en un área determinada para su uso en las actividades de relleno de la zanja, una vez sea colocada la tubería. Se prevé que la zanja será de aproximadamente 4 a 6 pies de ancho y alrededor de 2 a 5 pies de profundidad a la parte superior de la tubería.

La instalación de la tubería submarina tendrá una parte enterrada y parte sobre un muelle tipo caballete. Comienza con aproximadamente 500 m de tubería terrestre, saliendo del borde del terreno de la Central Térmica; luego la tubería se montará sobre un caballete de aproximadamente 455 m de largo, y luego tendrá aproximadamente 815 m de tubería excavada en el lecho marino (Ver figura 9). La zanja tendrá alrededor de 14 m de ancho.

El caballete sería sostenido por pilotes de tubos de acero, los cuales serán colocados a 20 m de separación para 455 m de caballete, teniendo 46 pilotes en total. El caballete será de aproximadamente 14 m de altura, alineado con la parte superior de la cara del acantilado. El caballete tendrá aproximadamente 12.5 metros de ancho.

El tubo vertical de la tubería ubicado en el extremo terrestre del caballete estará protegido contra el contacto accidental de los buques a pequeños que puedan estar presentes en la zona, mediante el uso de un protector de elevación de acero o situando el tubo vertical en el centro de una plataforma vertical de forma que la subestructura de la plataforma proporcione protección al tubo ascendente.

Para la sección excavada de la tubería, la ruta será dragada y la tubería será instalada en una trinchera de 2 m de profundidad desde el extremo del caballete hasta la terminal marina con una pendiente aproximada 3H:1V. En la zanja se preparará la base apropiada para la tubería, en una base no licuable (capa de arena o toba densa) y una berma de roca será instalada en la tubería después de la instalación, con el fin de protegerla de la erosión, anclas y las corrientes de tsunami.

### Equipo Auxiliar

En tierra, la terminal marítima incluirá una estación de medición, indicador de integridad de la tubería, estación de lanzador/ receptor para PIG, válvulas de cierre de emergencia (ESD) y válvulas de purga. Esta infraestructura se ubicará dentro del terreno de la central térmica.

El equipo auxiliar en el FSU y FSRU incluye: generadores eléctricos para el FSRU y caldera y generadores para el FSU, otros equipos como compresores de aire y generadores de nitrógeno, generadores de emergencia (diésel).



El generador de nitrógeno es para producir suficiente nitrógeno para proteger el tanque de GNL de condiciones sub-atmosféricas que pueden surgir durante la descarga. Se contará con dos generadores de nitrógeno, un generador estará ubicado en el FSU y el otro en el FSRU, con una pureza de 97%. El generador de nitrógeno en el FSU tendrá una capacidad de 2x60 m<sup>3</sup>/h y el generador a bordo del FSRU, tendrá una capacidad de 1,000 m<sup>3</sup>/h.

#### **IV. ANÁLISIS TÉCNICO**

##### **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

###### **4.1 Sobre la Preparación del Sitio del Proyecto**

En tierra, existen tres áreas del proyecto definidas como Áreas de Influencia Directa (AID), en las que existe el potencial de interacciones significativas durante la fase de construcción y de funcionamiento. Estas son el sitio de la Central Térmica, el tramo de las tuberías en tierra y el sitio de acopio temporal.

El proyecto cuenta con Calificación de Lugar y Línea de Construcción para la Central Térmica, emitidas por Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, que clasifican el uso del suelo como "Industrial".

El terreno donde se ubicará la Central Térmica es plano, con pendiente suave bajando hacia el sur, sin construcciones existentes, siendo su uso actual baldío con vegetación arbustiva y herbácea, con árboles dispersos. Por otro lado, el paso de la tubería será en zonas que actualmente son jardines de CEPA con árboles frutales, se atraviesa también dos calles de CEPA y un área que se usa para estacionamiento de furgones

Será necesaria la demolición de estructuras (viviendas, aceras, calles, cercos) en el sitio de acopio del proyecto, terreno que también se dejará para futura ampliación. El material producto de la demolición será acopiado en el lugar y llevado a un sitio autorizado para su disposición final.

###### **4.2 Actividades de la Etapa de Construcción**

La etapa de construcción incluye las siguientes actividades:

- **Fabricación de Equipos:** Los equipos serán elaborados en el exterior del país (motores, generadores, calderas, equipos auxiliares, piezas de tanque, bombas, compresores, transformadores, equipos de conmutación, tanques de agua, etc). Estos serán transportados al sitio y armados en el lugar.
- **Obras Físicas:** Se realizará la construcción de las edificaciones, pavimentos, tapias. Las principales tareas son: excavación de fundaciones, armado y colado de fundaciones, armado y colado de pisos de concreto, paredes, losas, techos y acabados. Simultáneamente se hará la instalación de la tubería de transporte de GN al interior de la planta. También se pavimentarán las áreas de circulación vehicular y las aceras de circulación peatonal.
- **Montaje de Equipos e Instalaciones Eléctricas:** Se realizará el montaje de compresores, equipos auxiliares, sistema contra incendios, subestación eléctrica y cableado.
- **Construcción de Calles de Circulación:** Se construirán las calles internas que darán acceso a la planta y al resto del terreno para uso futuro.
- **Construcción de Terminal Marítima de LNG en el Mar:** Incluye el dragado del área, construcción de rompeolas, postes de amarre, estructuras, e instalación de tubería. Instalación de plataformas, iluminación, etc.





- Adecuación Zonas Verdes: Se realizará la plantación de árboles en zonas de jardines.
- Cierre de la Etapa de Construcción: Se levantará el plantel y se realizará limpieza general de las zonas de trabajo.

#### 4.3 Sobre el Plantel de Construcción y Sitio de Acopio de Materiales

Para la construcción de la Terminal Marítima se emplearán aproximadamente 140 personas, de las cuales entre 25 y 30 serán trabajadores locales. Para la construcción de la Central Térmica se tendrá un requerimiento variable, pudiendo llegar hasta 1,200 empleados en el pico de la construcción.

Se tendrán oficinas y sitios de acopio dentro del propio terreno, destinado para acopio de equipos y materiales de la Central Térmica y, en un terreno destinado para tubería, arrendado a CEPA, para materiales y equipos de la Terminal Marítima.

El plantel de construcción incluirá bodegas, oficinas de supervisión de obra, control de materiales y mano de obra, servicios sanitarios y abastecimiento de agua. Dentro esta zona se realizará llenado de combustibles de equipos menores y engrasado de los mismos. Los mantenimientos mayores serán realizados fuera de los terrenos del proyecto, en sitios autorizados.

Dentro del sitio de acopio de la Terminal Marítima se tendrá una planta de concreto de 30 m<sup>3</sup>/h para proveer parte del concreto, que no sea traído de fuera del sitio.

El sitio de acopio del proyecto, contará con el espacio y las instalaciones apropiadas para almacenar los equipos, materiales e insumos necesarios para la construcción; la cual comprenderá de área de mantenimiento, área de acopio al aire libre, área de oficinas y área de estacionamiento.

Las instalaciones del sitio de acopio, contarán con instalaciones de agua potable, servicios sanitarios y energía eléctrica. El área de talleres y depósitos, deberá disponer de sistemas de recolección de desechos sólidos y de drenaje adecuados para conducir las aguas lluvias y evitar la contaminación al suelo y a cursos naturales de agua. Las áreas destinadas al almacenamiento de materiales granulares, deberán contar con barreras apropiadas que impidan su arrastre por acción del agua lluvia o del agua de escorrentía.

#### 4.4 Sobre el manejo de desechos sólidos

Se tendrán desechos de la construcción de las obras, tales como ripio, cartón de las bolsas de cemento, piezas de acero de refuerzo, tubos PVC, entre otros. Estos desechos y residuos serán manejados separadamente, de acuerdo a lo indicado en la tabla 7.

Tabla 7. Manejo de los desechos sólidos en la etapa de construcción

Desecho/Residuo	Origen	Manejo	Disposición
Combustible o aceite usado	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósito de aceite reciclable	Venta a empresa con autorización ambiental
Material absorbente usado (wipes, aserrín).	Preparación de maquinaria y equipo diariamente	Almacenamiento en depósitos cerrados y rotulados como "desecho peligroso"	Disposición final en sitio con autorización ambiental.
Madera o leña	Tala y destronconado	Acopio en un área designada. La leña será troceada y ubicada en pantes.	Venta de la madera o de la leña
Hojas y ramas	De tala y destronconado	Acopio en un sitio designado en cada frente de trabajo	Desalojo a sitio autorizado, por la Alcaldía.



Desecho/Residuo	Origen	Manejo	Disposición
Papel.	De oficina y embalaje	Almacenar en un depósito señalizado	Venta para reciclaje
Domésticos (comedor/ oficinas)	Alimentos, varios.	Almacenamiento en depósitos cerrados.	Con el tren de aseo, será recolectado por la Alcaldía
Vidrio	Envases	Almac. en depósito cerrado	Venta para reúso
Plásticos	Material de embalaje	Almac. en depósito cerrado	Venta para reciclaje
Ripio de construcción	De la propia construcción	Almacenamiento	Llevado a un botadero de ripio autorizado.
Piezas de metal	Piezas sobrantes de estructuras de soporte y tuberías metálicas	Almacenamiento	Venta como chatarra
Material de mov. de tierras	Movimiento de tierras	Apilado en un área definida del terreno	Movimiento a sitio definido para relleno

#### 4.5 Sobre el Manejo de Materiales Peligrosos

Los materiales peligrosos a utilizar incluyen combustibles para los equipos y vehículos, aceites lubricantes, para llenado diario, solventes, pinturas, ácido muriático u otros para limpieza. Estos materiales serán almacenados en los dos terrenos designados para sitio de acopio y dentro del terreno del Proyecto. En el área se tendrá un tanque de combustible (diésel) aéreo de aproximadamente 1,000 galones, con su berma de contención, arena para contención de derrames, wiper, listado de hojas de seguridad de materiales y fuente de lavado de ojos. En la Figura 10 se presenta el esquema de almacenamiento de materiales peligrosos.

#### 4.6 Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en la Etapa de Construcción

Se instalará un inodoro por cada 25 trabajadores o menos en los frentes de trabajo. Durante la etapa de construcción se tendrán disponibles inodoros portátiles para los cerca de 1,200 empleados de la construcción. Se mantendrán inodoros portátiles de acuerdo al personal en cada etapa.

#### 4.7 Sobre el Manejo de Aguas Lluvias

Durante la construcción se manejará el agua lluvia a través de canaletas provisionales hacia la canaleta existente de CEPA ubicada al sur-poniente del terreno, mientras se construyen los drenajes definitivos del proyecto. Se incluye la medida ambiental 4, referida al Manejo de Suelo y agua lluvia en construcción.

En la figura 12 se presenta el detalle de acequia y/o canaleta para el agua lluvia durante la etapa de preparación de sitio y construcción, mientras que en la figura 13 se presentan los drenajes temporales durante construcción en el sitio de la Central Térmica y en la figura 14 los drenajes temporales para el sitio de acopio temporal.

Los sitios donde se almacenen aceites lubricantes y combustibles serán impermeabilizados y drenarán hacia trampas de grasas y aceites.

#### 4.8 Sobre la Impermeabilización de Áreas

El tipo de cobertura a utilizar en el terreno de la Central Térmica y Subestación incluye pavimento asfáltico o concreto en las calles de acceso; grava en zonas de tanques, subestación; y grama en jardines, donde no hay tráfico. En estas áreas se utilizará la tierra de excavaciones para relleno.



Las áreas que requerirán impermeabilización son la subestación eléctrica, el edificio principal, estacionamiento, estructuras varias, calles, área de pozos, estanques de retención, que en total representa el 43.81% de las áreas a ser ocupadas por el proyecto en el terreno de la central térmica y subestación.

#### 4.9 Sobre los impactos a la flora y fauna terrestre

La limpieza del sitio del Proyecto (incluyendo el tramo de las tuberías y el sitio de acopio temporal) provocará la pérdida de la vegetación presente en el sitio (aproximadamente 18.32 ha). La vegetación dentro del área de la Central Térmica se compone principalmente de matorrales y bosque seco, mientras que en el tramo de paso de servidumbre de las tuberías y en el sitio de acopio temporal, se encuentran en su mayoría, árboles frutales. La limpieza de esta vegetación impactará potencialmente la fauna residente en el área del Proyecto, a través de la potencial mortalidad directa, la pérdida de hábitat, y del aumento en la fragmentación del mismo. La eliminación de la vegetación también puede resultar en desplazamiento de la fauna, como la herpetofauna y los mamíferos pequeños, siendo trasladada a otras zonas cercanas.

Las especies de árboles representativas encontradas son *Crescentia alata* (morro), *Acacia colinsii* (zarzo blanco), *Machaerium biovulatum* (zarzo), *Acacia polyphylla* (zarzo espinoso), *Bauhinia angulata* (pie de venado), *Bauhinia aculeata* (casco de venado), entre otros. En total se registraron 96 especies de flora, de las cuales 37 son de tipo arbóreo y el resto de tipo arbustivo y herbáceo.

El impacto por tala en el terreno de la central térmica, en el terreno de tubería y en el sitio de acopio temporal se ha estimado en 207, 112 y 284 árboles respectivamente, de los cuales 2 se encuentran en la categoría de amenazado, según el Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (Acuerdo No. 74, de fecha 23 de marzo de 2015), siendo estas un individuo de *Sterculia apetala* (castaño) y *Maclura tinctoria* (palo de mora); también en la propiedad se encontró un arbusto de *Dalbergia chontalensis*, que se clasifica como una especie en peligro de extinción

Con relación a la herpetofauna, se observó 1 especie de anfibio y 15 reptiles dentro del área del proyecto, de las cuales 5 están en la categoría de amenazados (Según Acuerdo No. 74); siendo estas el *Ctenosauria similis* (Garrobo), *Iguana iguana* (iguana verde), *Lampropeltis triangulum* (falsa coral), *Porthidium ophryomegas* (tamagaz negro) y *Leptodymus pulcherrimus* (bejuquilla de cabeza verde).

Con relación a las aves, se encontraron 53 especies de aves y un total de 7 nidos activos; una de las aves identificadas en el área del proyecto se encuentra en la categoría de amenazada, la *Brotogeris jugularis* (catalnica). Todas las especies de avifauna identificadas fueron clasificadas como "menos preocupación" por la UICN. De las aves que anidan en el lugar, todos son considerados especies residentes y típicamente construyen sus nidos en el mismo lugar o sitios parecidos en el año. La especie de ave más común observada en el lugar fue el pelícano pardo (residente). La mayor parte de la avifauna identificadas son considerados generalistas y tolerantes a las influencias antropogénicas.

La mitigación de los impactos de la limpieza y preparación del sitio, consistirá de los siguientes programas:

Plan de Reubicación de la Fauna: se llevará el programa de reubicación de la fauna; los individuos capturados serán reubicados en hábitats cercanos y adecuados. Además, la compensación se completará de forma gradual, para proporcionarle a la vida silvestre una oportunidad de alejarse de la limpieza de las zonas activas.

Plan de Plantación: Se plantarán en el área del proyecto 10 árboles por cada árbol eliminado como resultado del Proyecto, y para especies en peligro/amenazadas, se plantarán 25 árboles. Adicionalmente, EDP compensará económicamente al Fondo Iniciativa para las Américas (FIAES); por el costo de los árboles restantes que se plantarán.



#### 4.10 Sobre la Compensación Ambiental

Los árboles se compensarán en una relación de 10 árboles por cada árbol talado y 25 por cada árbol talado para los árboles en categoría de amenazado, totalizando 6,080 árboles a plantar.

El consumo de agua de pozo se ha estimado en 118,260 m<sup>3</sup>/año, cuya compensación equivale a un áreas de 34.47 hectáreas ó 13,791 árboles. Mientras que el área a impermeabilizar será de 53,748.19 m<sup>2</sup>, cuya compensación equivale a 2,151 árboles.

La compensación total equivale a 22,022 árboles. Para compensar la pérdida de vegetación por tala de árboles, así como la pérdida de infiltración por impermeabilización y por uso del agua del pozo se propone realizar la medida ambiental en 2 componentes: a) Revegetación en terrenos del Proyecto y b) Compensación económica entregada a un agente especializado, para proyectos de revegetación y otros proyectos ambientales.

El componente de "Revegetación en terrenos del Proyecto", se realizará a través de la siembra y mantenimiento de 1,781 árboles, el plano de Revegetación se presenta en la figura 15. Los individuos a plantar deberán tener una altura de al menos 1 metro.

El componente de compensación económica entregada a un agente especializado, para proyectos de revegetación y otros proyectos ambientales, por los 20,241 árboles restantes, se entregarán al Fondo de la Iniciativa para las Américas (FIAES), distinguiendo entre compensación por tala y pérdida de infiltración, respecto a consumo de agua, dado el alcance temporal de las medidas requeridas.

Por la tala y pérdida de infiltración, la compensación será la siembra de 6,449 árboles, que tiene un costo equivalente de \$48,710.67. Por el consumo de agua, la compensación por 34.47 Ha, tendrá un costo por plantación y mantenimiento por tres años de \$162,762.93, que están asociados a la etapa de construcción. El costo de mantenimiento para el periodo comprendido entre los años 4 al 20 será de \$696,449.34, correspondiente a la etapa de funcionamiento.

#### 4.11 Zona de Exclusión Durante la Construcción

Para el periodo de construcción de la terminal marina y de la tubería submarina/subterránea, se propone una Zona de Exclusión de Construcción (Ver figura 16), por razones de seguridad, tanto del Puerto de Acajutla como del titular del proyecto, en el área interior al polígono descrito por los puntos 1 a 12, de la tabla 8.

Tabla 8. Coordenadas de puntos que describen la zona de exclusión para la etapa de construcción

AREA : 673,708.61 M2				
LAMBERT NAD 27			WGS 84	
POINT NO.	NORTHING	EASTING	LATITUDE	LONGITUDE
1	273912.7162	409639.1369	N013° 35' 02.3429"	W089° 50' 05.8010"
2	273893.6652	409030.9650	N013° 35' 01.6540"	W089° 50' 26.0291"
3	274037.2242	408301.7835	N013° 35' 06.2424"	W089° 50' 50.3015"
4	273620.9036	407892.1638	N013° 34' 52.6475"	W089° 51' 03.8782"
5	273515.7959	407999.0050	N013° 34' 49.2394"	W089° 51' 00.3119"
6	273724.8285	408866.2961	N013° 34' 56.1410"	W089° 50' 31.4870"
7	273731.8993	409107.9942	N013° 34' 56.3986"	W089° 50' 23.4480"
8	273281.4888	409109.1909	N013° 34' 41.741"	W089° 50' 23.356"
9	272999.1433	409427.2829	N013° 34' 32.588"	W089° 50' 12.732"
10	273102.6890	409487.8757	N013° 34' 35.965"	W089° 50' 10.715"
11	273466.2534	409428.3759	N013° 34' 47.790"	W089° 50' 12.757"
12	273742.3418	409641.4683	N013° 34' 56.798"	W089° 50' 05.701"





#### 4.12 Sobre los impactos a la flora y fauna marina

Durante la construcción del Terminal Marítima las actividades que pueden ocasionar impactos potenciales son el hincado de pilotes en el mar, el zanjeo de la tubería submarina, la preparación del emplazamiento para la instalación de la estructura celular de protección (ataguía o rompeolas) y la eliminación de material de dragado.

La construcción de la Terminal Marítima tendrá un impacto localizado sobre la flora y fauna marina en el área inmediata, debido a la pérdida de hábitat dentro de la huella a usar. La huella de la Terminal Marítima es de aproximadamente 20,000 m<sup>2</sup> de extensión, dentro de un hábitat de arena y limo. El muelle ocupará aproximadamente 2,625m<sup>2</sup> a 3,400m<sup>2</sup> de extensión, aunque para este caso, el área de lecho marino a ser removido proviene estrictamente de las ubicaciones de hincado de pilotes.

El corredor del tramo de la tubería situada en el mar, presenta diferentes hábitats marinos; cerca de la playa existen áreas rocosas con especies sensibles como "Pepinos de mar" (Filo Echinodermata) y langostas, que tienen la presión de los pescadores locales. El resto del corredor es una combinación de limo-arcilla-arena, sin presencia de especies sensibles o únicas. La construcción de la tubería perturbará estas áreas, pero cuando se termine ésta, las especies se trasladarán nuevamente a esos sitios.

La sección de tubería que estará sobre el muelle iniciará en el área rocosa y luego se instalará en una zona con desarrollo de turf y algas verdes. Estas áreas son adecuadas para corales blandos, pero no se identificaron corales blandos durante la encuesta de hábitat en esas áreas, solamente al sur, donde no se localizará ningún elemento del proyecto (Ver figura 17).

Con respecto a la alteración temporal del hábitat bentónico en el ambiente submareal a lo largo de la ruta de la tubería excavada, esta se encontrará en la zona marina submareal. La sección de ambiente marino es arenoso y de acuerdo a la información presentada en el Estudio de Impacto Ambiental, no representa un hábitat de desove o crianza.

La vida marina más amplia (como los peces adultos, mamíferos y tortugas marinas) será mínimamente afectada, debido a que el hábitat que se afectaría, no se considera crítico para sus requerimientos de vida. Ningún hábitat de anidación de tortugas se verá afectado, sin embargo, es posible que tortugas marinas adultas pudiesen visitar el área del Proyecto.

Se instalará un Centro de Rescate de Fauna Marina para la recuperación de animales marinos que pudiesen resultar afectados durante la construcción del proyecto. La fauna para la que se requiere son aves de hábitats acuáticos, delfines, tortugas marina y leones marinos.

En la zona de tortugas marinas, se instalarán 3 estanques de fibra de vidrio de 2 m de diámetro y 1 m de altura, con un sistema de recambio de agua de mar filtrada, además un área para tratar tortugas fuera del agua y mesa para curaciones de tortugas.

En la zona de delfines se tendrán 2 estanques para poder albergar dos delfines pequeños, con válvula de evacuación, para llenado con agua de mar filtrada, y filtro de arena para la evacuación del agua, así como un estanque de mayores dimensiones para delfines adultos, que cuente con tecla, sistema de lavado con manguera a presión para los estanques y un filtro de arena en la salida del agua como método de depuración, para eliminar sólidos suspendidos del agua.

Adicionalmente, se implementará un plan de gestión del ruido, para minimizar el riesgo de lesión de los Mamíferos Marinos por el ruido debido a la cimentación de pilotes, que incluye: Identificar y comunicar una zona de amortiguamiento segura para pescadores y buzos; Considerar el uso de técnicas de bajo ruido para hincado (como martillo vibratorio y cortina de burbujas); Búsqueda (previa al hincado de pilotes), de buzos y mamíferos marinos en la zona de mitigación; Retardar el inicio de las actividades de hincado de pilotes, si buzos o mamíferos marinos fueron detectados dentro de la zona de mitigación; Arranque suave de la maquinaria para los trabajos, y protocolo de reinicio después de los descansos (para introducir de forma gradual la nueva fuente de sonido).



Una vez construida la terminal marina, se implementará un área de exclusión alrededor de ella, lo que significaría una reducción en la presión de la pesca y un beneficio a largo plazo para la población de peces.

#### 4.13 Sobre la suspensión de sedimentos y turbidez del agua

La preparación del lecho marino para la terminal marítima, la construcción del muelle tipo caballete y la instalación de la tubería excavada, puede generar resuspensión del sedimento, resultante del pilotaje y del dragado, lo que podría resultar en un cambio temporal en las concentraciones de sedimentos y turbidez del agua.

Se requerirá del hincado de pilotes para la instalación del muelle, en las proximidades a la línea costera. Dado que el sustrato tipo es arenosos y la mínima perturbación que genera el hincado de los pilotes (trabajos de dragado o excavación no son necesarios), el aumento de la turbidez se espera que sea temporal y localizado. Arena suspendida perturbada caerá rápidamente de la columna de agua y va a establecerse de nuevo. El uso de remolcadores en áreas someras reduce la sedimentación por la corriente de la propela de los buques más grandes con los propulsores más grandes y más poderosos. La Biota va recolonizar rápidamente cualquier área perturbada.

Se recolectaron muestras de sedimentos marinos en el área de la terminal marina, en el trazo de la tubería de transporte de gas natural y en sus contornos, para los parámetros de plomo, mercurio, cadmio, arsénico, cobre, níquel, cromo total, zinc, hierro, comparando los resultados con los límites de referencia utilizados, de la Norma para Sedimentos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA), de 1999.

De los ocho metales objeto de análisis para sedimentos, todas las concentraciones de metales están dentro del límite de referencia. El mercurio se encontró por encima de la norma en tres puntos, dos de los cuales no serán perturbados, pues se encuentran fuera de las zonas donde se instalarán obras. El tercero es un punto del recorrido de la tubería, donde la perturbación será en muy corto tiempo. Estos resultados sugieren que no se esperan efectos biológicos adversos en el área del proyecto como resultado de las concentraciones de metales y metaloides, en el sedimento.

Para la instalación del muelle tipo caballete de la tubería y sección enterrada se proponen las siguientes medidas ambientales:

- Materiales Peligrosos en Construcción de Terminal Marítima (Medida 10.2.7)
- Barrera en zona de playa (10.2.12)
- Reducción de Ruido Durante Pilotaje en Mar (Medida 10.2.14)
- Plan de Iluminación de Terminal Marítima y Muelle Temporal (Medida sección 10.2.15)
- Medidas para Reducir la Turbidez y Biomonitoreo de Ostras (Medida 10.2.16)
- Reubicación de Fauna Marina (Medida 10.2.33)
- Monitoreo de corales (Medida 10.2.34)

#### 4.14 Sobre la Instalación de Muelle Temporal y Calle de Acceso a Muelle

Se instalará un muelle temporal para facilitar el movimiento de personas, materiales y equipos, ubicado de forma paralela a la línea del muelle tipo caballete para la tubería de gas natural (Ver figura 16), alejado no más de 25 m de distancia del alineamiento de la tubería. Tendrá una plataforma de 330 m de largo por 12.5 m de ancho con una pendiente de aproximadamente 2.5%, elevada 6 m sobre el nivel del mar en su parte final.

La instalación del muelle incluye la excavación de tierra, para construcción de calle desde zona de acopio hasta el muelle, la construcción de taludes en los costados de la calle, la pavimentación de la calle, la construcción de fundaciones, pilotes, estructura metálica, concreto armado y la instalación de señalización, cableado eléctrico, iluminación, barandales y obras exteriores.





La caracterización del lecho marino en el alineamiento de la tubería realizada en 2014, es aplicable. Considerando una distancia de hasta 25 metros del actual alineamiento a la línea de tubería hacia el norte o hacia el sur. La composición del sedimento, tamaño y distribución de las rocas a lo largo del perfil, es similar a lo obtenido previamente (0 a 100 m: rocoso; 100 a 200 m: arenoso y mayor a 200 arcilloso-limoso). En esta zona no hay formaciones de coral. Se encuentran las mismas especies que las que se encontraron en el alineamiento de la tubería, estaciones 1 a 4, del muestreo de 2014. La propuesta es viable ambientalmente en cuanto se descarta la ocurrencia de coral formador de arrecife en los sitios a intervenir.

Dado que está prevista la deconstrucción del caballete temporal, una vez se finalice la construcción de la Terminal Marina, se considera que los impactos ambientales potenciales, serán temporales, y reversibles, respecto a la capacidad de recuperación del ambiente.

#### 4.15 Sobre el Sitio de Disposición Final de Material de Dragado

El sedimento provendrá de 3 áreas, la primera es de la Terminal y tubería zona A, que tendrá un volumen de 146,600 m<sup>3</sup>, con una descarga en intervalos de 9 horas, liberando 10,000 m<sup>3</sup> de material por carga, requiriendo 15 cargas en total, la segunda corresponde a la tubería zona B, que tendrá un volumen de 13,000 m<sup>3</sup> y la tercera es de la tubería zona C, con un volumen de 18,400 m<sup>3</sup>, en estas dos últimas, la operación de descarga será en intervalos de 12 horas, liberando 1,000 m<sup>3</sup> de material por carga, por lo que se requerirán 31 cargas en total.

Para las zonas de draga de la Terminal y Zona de tubería A, se considera una draga de tolva de succión de remolque, este buque es autopropulsado y almacena el material dragado en una tolva del barco. Para las ubicaciones de dragado Tubería B y C, se considera una draga de retroexcavadora. Este buque no tiene una tolva a bordo y por lo tanto cargará el material de draga en una barcaza separada.

El sitio de disposición está ubicado en las coordenadas geográficas 13.60 N 89.99 O.

El informe "Sitio de disposición. Análisis de Dispersión de Pluma de Sedimentos", presentado el 05 de julio de 2017, contiene la descripción del modelado adicional realizado para simular numéricamente la disposición de los sedimentos dragados, utilizando el modelo de seguimiento de partículas DHI MIKE 21; el modelo hidrodinámico utilizó los datos medidos de la boya del MARN, mientras que el dominio del modelo abarca aproximadamente 105 km de norte a sur, y se extiende aproximadamente 25 km de costa a aguas profundas, con el objetivo cubrir el Sitio de disposición y áreas con ecosistemas potenciales y protegidas como Los Cóbanos.

La modelación de dispersión de sedimentos consideró que la ubicación de liberación y duración de la liberación eran desde el fondo de los buques y durante un periodo de 10 minutos (liberación rápida, corta duración).

Los resultados del modelo de dispersión de los desechos presentan que la concentración Promedio de Sedimentos Suspendidos (SSC) de Sólidos Suspendidos Totales (TSS), durante 7 días y más de 30 días está muy por debajo de los valores de tolerancia sugeridos de 75 mg/l y 100 mg/l respectivamente; la única área donde está por encima de 100 mg/l se encuentra en el área de disposición identificada. El SSC se dispersa rápidamente a niveles inferiores a 5-10 mg/l, con 0 trazas de SSC llegando a la costa o alcanzando las zonas de ecosistemas sensibles. La duración del tiempo que el SSC es superior a 100 mg/l, incluso en el área de disposición es muy corta, en la magnitud de 10 días

La profundidad máxima depositada del sedimento está a menos de 50 mm fuera del área de disposición. Las únicas áreas donde la profundidad de disposición es mayor que 75 mm, es la que está cerca del punto de liberación en el centro.

En la zona de afectación se realizó caracterización del sitio de disposición final del material. No se registraron especies marinas de peces y organismos bentónicos amenazadas ni en peligro de



extinción en el sitio de deposición final. Se considera que el sitio es de poca relevancia para la pesca, considerando las tallas de las especies de peces en el sitio.

Los organismos mayores o pelágicos, son capaces de contrarrestar con sus movimientos las corrientes marinas y tienen la fortaleza de trasladarse a otros sitios. Con respecto a los organismos bentónicos, considerando la altura máxima de disposición esperada, dada la capacidad de movimiento de las especies dominantes en el sitio de deposición (poliquetos anélidos), se espera una mayor interacción de depredación hacia otros organismos que se encuentren en el material depositado. Asimismo, se prevé que los nutrientes acarreados en el sedimento, permitan una floración mayor de fitoplancton y por ende de zooplancton, donde las interacciones depredador-presa serán mayores en las cadenas alimenticias de peces, moluscos y crustáceos.

La pluma de modelado de sólidos suspendidos no llega al Área Natural Protegida de Los Cóbanos, ni a la zona de costa frente a los manglares Barra de Santiago y Metalío, ubicados en el Área de Conservación de El Imposible – Barra de Santiago, sobre la base de las condiciones modeladas. Asimismo, la modelación no prevé afectación sobre las áreas en las que se identificó ocurrencia de corales blandos.

La medida ambiental propuesta consiste en el monitoreo de turbidez durante el dragado, establecida en la Medida 10.2.38

#### **4.16 Sobre las medidas de control por el dragado de sedimento marino**

Para reducir la turbidez y el impacto sobre las otras, se detendrá temporalmente o reducirá la actividad de dragado, si se detectan criterios de turbidez que superen los límites de referencia considerados.

El monitoreo se realizará utilizando un turbidímetro portátil in situ, y se iniciará 4 horas después de iniciar las actividades de dragado y 2 horas después, para verificar los niveles. La norma de referencia a considerar para el control de suspensión de sedimentos es US EPA, estándar por Estado, Norma de California, que establece niveles de 75 NTU, promedio de 30 días y 100 NTU promedio de 100 días.

Para verificar el impacto por arrastre de sedimentos, se realizará biomonitoreo en ostras, cuando se realicen las actividades de la Terminal Marítima y tubería subterránea. Se propone un monitoreo al inicio, para establecer la línea base, un monitoreo al iniciar actividades de construcción, a mediados de su ejecución, y al finalizar.

Los puntos de monitoreo serán en los sitios M1 en coordenadas 13°35'3.10"N y 89°50'42.35"O y M3 en coordenadas 13°35'1.49"N y 89°50'42.19"O. El biomonitoreo se realizará en bancos de ostras en el lugar denominado como La Pedrera.

#### **4.17 Sobre la compensación a pescadores**

Como medida de compensación por los efectos en la reducción de zonas de pesca y distancia recorrida por los pescadores, se han propuesto las siguientes medidas ambientales:

- a) Sustitución de cabrestante (winche) dañado en el muelle artesanal
- b) La instalación de dispositivos agregadores de peces (FAD por sus siglas en inglés) en las proximidades del muelle artesanal
- c) Instalación de arrecifes artificiales.
- d) Para compensar adicionalmente a los pescadores de ostras y tuberos, por la pérdida de sitios de pesca, EDP proporcionará estos pescadores con una opción para recibir apoyo y capacitación a permanecer en el pescador, o para hacer un cambio a una forma alternativa de sustento.



El objetivo del FAD es crear condiciones propias para la reproducción, crecimiento y desarrollo de peces. Consisten en boyas o flotadores atados al fondo del océano con bloques de hormigón. El total de agregadores que se pretenden instalar son 15, y estarán elaborados de materiales de poliducto partidos a la mitad a través de cortes longitudinales. Los FAD estarán ubicados en el sitio con coordenadas 13°20'42.34" N 88°58'26.99" O y 13° 20'46.55" N 88°58'34.31" O, se encuentra a una profundidad promedio de 10 a 20 metros, con un sustrato de arena y mezcla de pequeñas partículas rocosas.

La instalación de arrecifes artificiales será en la zona cercana al banco de ostras del muelle artesanal de Acajutla, la cual consistirá en una estructura sumergida colocada de manera deliberada sobre el suelo marino para imitar alguna de las características de un arrecife natural, estará a una profundidad promedio de 6 metros en marea baja, con un sustrato de talpetate. Para contribuir a la creación de hábitats adecuados para la reproducción de peces marinos, en cada comunidad se pretende instalar 100 arrecifes artificiales de concreto en forma de cubo. Los arrecifes artificiales que se pretenden instalar son de concreto para proporcionar mayor vida útil. En la figura 18, se presenta la ubicación de las medidas de compensación de pescadores.

#### 4.18 Sobre los Recursos Arqueológicos, Paleontológicos y Culturales

En la zona del proyecto no hay identificados sitios arqueológicos o paleontológicos; Con relación al patrimonio cultural, la Secretaría de Cultura (SECULTURA) ha identificado ocho inmuebles o conjuntos de instalaciones que forman el patrimonio cultural de Acajutla. Entre éstas destaca el complejo de instalaciones portuarias. Incluye la estructura en estado de ruina de la primera edificación-fortaleza y de las instalaciones y bodegas del antiguo puerto. Como parte de ese inventario están el edificio de la policía portuaria, construido en el segundo cuarto del siglo pasado para albergar a la guardia costera del puerto y las bodegas de la estación ferroviaria, conocidas popularmente como "Bodega San Rafael", edificada en los primeros años del siglo pasado. Desde hace varios años se encuentra fuera de uso. Se incluyen a demás cinco viviendas particulares de gran belleza arquitectónica, cuya construcción data de algunos años después de 1955; se supone que están siendo habitadas por sus actuales propietarios. Ninguna de estas estructuras será afectada por la construcción del Proyecto.

### ETAPA DE FUNCIONAMIENTO

#### 4.19 Actividades de la Etapa de Funcionamiento

Las principales actividades en la planta en la etapa de funcionamiento serán:

- a) Atrake del buque metanero y descarga de GNL, cuando exista una descarga programada, se estima que ésta pueda durar hasta 36 horas;
- b) Transferencia y almacenamiento (a temperaturas criogénicas y presión atmosférica) de GNL desde el buque metanero hacia el FSU;
- c) Transferencia y almacenamiento de GNL del FSU hacia el FSRU.
- d) Manejo del gas de evaporación (boil-off gas por sus siglas en inglés, BOG);
- e) Regasificación y transferencia del GN desde el FSRU hacia la planta y medición de gas natural de forma permanente;
- f) Generación de energía, mediante la combustión de gas natural y turbina de vapor;
- g) Operación de sistema de enfriamiento;
- h) Inyección de energía en la subestación; y
- i) Mantenimiento de equipos.



#### 4.20 Sobre el abastecimiento de agua

Las demandas se han calculado con base en la utilización del agua de un pozo a perforar, para riego de zonas verdes, labores de limpieza en las instalaciones de la Planta Térmica, consumo humano, para uso industrial y sistema contra incendios. En la Tabla 9 y Figura , se describen las demandas máximas de agua por cada actividad prevista a instalarse en la Central Térmica

Tabla 9. Demandas de la Central Térmica

Descripción	Demanda de Agua (m <sup>3</sup> /d)	Caudal Medio (L/s)
Aguas de rechazo del sistema de tratamiento de agua	187.92	2.18
Mantenimiento sistema de enfriamiento	1.68	0.02
Agua para empleados	5.04	0.06
Talleres	1.68	0.02
Lavado turbo	0.05	0.00
Lavado de calderas	0.96	0.01
Pérdidas de vapor	18.00	0.21
Purga de caldera	108.72	1.26
TOTAL	324.05	3.75
Reúso de agua para riego (De agua de rechazo de sistema de tratamiento de agua)	117.60	1.36
PARA 20 HORAS DE BOMBEO	388.86	4.50

Se ha estimado el consumo de agua con base a la producción máxima. La demanda media diaria de agua del Proyecto es de 3.75 L/s (13.50 GPM), equivalentes a 324.05 m<sup>3</sup>/d. El caudal de bombeo de agua (20 horas diarias) para cubrir la demanda del proyecto, se obtiene multiplicando el caudal medio diario por el factor 1.2, con lo que se obtiene el caudal de bombeo de 4.5 L/s (16.20 GPM), equivalentes a 388.86 m<sup>3</sup>/d.

Se cuenta con carta de no afectación de ANDA de fecha 02 de junio de 2015, en la que se establece que el caudal de explotación del proyecto no debe exceder los 4.5 L/s.

En los diferentes sistemas se tendrá la siguiente cantidad de agua en recirculación:

- Sistema de Enfriamiento (Radiadores y Tuberías): 270 m<sup>3</sup>;
- Depósito de agua tratada: 300 m<sup>3</sup>; y
- Tanque de agua de la caldera: 200 m<sup>3</sup>.

El cálculo de la medida ambiental por el consumo de agua se encuentra descrita en la sección "4.6 Sobre la compensación ambiental", de este Dictamen Técnico.

En el Apéndice 5I del Estudio de Impacto Ambiental, se incluye el estudio hidrogeológico, donde se evalúa la factibilidad de abastecimiento mediante pozo, siendo factible la explotación en el caudal establecido.

Con el propósito de cubrir las demandas de agua del Proyecto, se realizará la perforación de un pozo de operación, pozo de respaldo y dos pozos de monitoreo.

El pozo de producción tendrá las siguientes características:

- Ubicación en coordenadas geográficas: 13.582900 N 89.827450 O
- Profundidad total: 120 metros.
- Diámetro de Perforación: 12 pulgadas.
- Diámetro de Revestimiento: 8 pulgadas
- Nivel Estático probable: 25 a 30 metros.

El pozo respaldo se perforará próximo al pozo de producción, el cual funcionará únicamente cuando el pozo principal se encuentre en mantenimiento. Deberá tener las mismas características del pozo de producción, separados entre 6 a 12 m hacia el noreste.





Para el almacenamiento del agua se tendrá un tanque que almacenará el agua de proceso y usos comunes y el agua del sistema contra incendios. El tanque será de 15 m de diámetro, con capacidad para 1,500 m<sup>3</sup> y casa para bombas del sistema contra incendios.

Para monitoreo del pozo y el acuífero se instalará un medidor de agua de 2" con flange y presión estándar multi-chorro. Se llevará un registro diario de la explotación del pozo.

Con el objetivo de realizar un monitoreo continuo y verificar que no se produzca riesgo de intrusión salina en el acuífero, se construirán dos pozos de monitoreo. El cambio químico en el agua se verá reflejado por un incremento en el valor de Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos y Temperatura.

Los pozos serán perforados en las coordenadas siguientes:

- Pozo de monitoreo N°1: 13°34'51.2"N 89°49'45.1"O
- Pozo de monitoreo N°2: 13°35'02.6"N 89°49'35.3"O

Las características de cada pozo de monitoreo a perforar son las siguientes:

- Profundidad total: 100 metros;
- Diámetro de Perforación: 10 pulgadas;
- Diámetro de Revestimiento: 6 pulgadas; y
- Nivel Estático probable: 25 a 30 metros.

Ambos pozos van a contar con equipos de registro diario de Nivel Estático (tubo piezométrico), Temperatura, Conductividad y Sólidos Totales Disueltos, conocidos en el mercado como DATA LOGGER.

También se monitoreará la calidad del agua del pozo, en el pozo y en los pozos de monitoreo. Los parámetros para ser monitoreados incluyen el nivel estático, temperatura, conductividad y sólidos, así como los contaminantes tales como grasas y aceites (para determinar hidrocarburos). Como parte del control de intrusión salina se realizará monitoreo del pozo cada seis meses de los siguientes parámetros: Calcio, magnesio, potasio, sodio, fosfatos, sulfuros y cloruros.

Sistema de Tratamiento de Agua Potable: El agua proveniente del pozo será almacenada en el tanque, antes de ser tratada. El agua recibirá un primer tratamiento para hacerla adecuada para los procesos básicos: agua para radiadores, reemplazo del sistema de vapor y para la caldera auxiliar.

Se contará con dos módulos del sistema de tratamiento de agua constarán de 8 m<sup>3</sup> de capacidad, 2 filtros de arena, 2 unidades de suavizado (Tanques de NaCl), Cartucho de seguridad con malla de 5 micrones, Bomba centrífuga de alta presión, un tren de sistema de ósmosis inversa, tanque de limpieza química y panel de control, tuberías y válvulas.

Parte del agua proveniente del primer tratamiento pasará a un segundo tratamiento en un sistema de ósmosis inversa, y después almacenada a un tanque de 100 m<sup>3</sup>. El agua para producir vapor en el sistema de ciclo combinado provendrá de este tanque.

La planta desmineralizadora de agua está diseñada para desmineralización del agua tratada a utilizar en las calderas de recuperación de calor.

A bordo del FSU y FSRU, un generador de agua dulce de aproximadamente 45 ton / día se prevé para las necesidades de personal y para las calderas de motores. En el FSRU y FSU generará 6 t / día de agua dulce para las necesidades de personal.

#### 4.21 Tratamiento de las aguas residuales de tipo ordinario en la etapa de funcionamiento

Para las aguas residuales provenientes de los empleados, cafetería y limpieza, se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales. Se instalará un sistema de proceso SBR "Reactor de Carga en Secuencia" (Sequencing Batch Reactor). El agua clara es extraída para desinfección con



luz Ultravioleta. Los lodos de la planta de tratamiento de agua residual doméstica serán secados al sol y utilizados como abono en las zonas verdes de la planta o retirados por una empresa autorizada.

El FSRU y el FSU dispondrán de una unidad de tratamiento de aguas residuales adecuada para la tripulación con 14 días de almacenamiento de aguas residuales.

#### **4.22 Sobre el separador Agua-Aceite**

Todos los tanques con contenido de aceites, contarán con un sistema de drenaje, para coleccionar las aguas y limpieza de las áreas del tanque y reducir el riesgo de contaminación de las aguas lluvias. El esquema a utilizar se presenta en la figura 11.

Las condiciones de manejo a utilizar incluyen lo siguiente:

- a) Las válvulas normalmente cerradas deben ser abiertas únicamente bajo supervisión.
- b) Todos los tanques que contengan Hidrocarburos (agua aceitosa, lodo, aceite lubricante, combustible, etc.) tendrán un sistema de drenaje equivalente. Los tanques cercanos usaran el mismo canal de drenaje.
- c) Se construirán canales de drenaje para mantener el agua de lluvia pura y las aguas aceitosas separadas.
- d) Todas las líneas de drenaje estarán normalmente cerradas para prevenir goteo de aceite fuera del área en caso de que el tanque derrame.
- e) Se separarán las tuberías del canal de drenaje del tanque y las del canal de aguas lluvias para evitar derrames directos del tanque al sistema de aguas lluvias.

Los lodos serán entregados a una empresa que cuente con autorización ambiental para su disposición final. Se contará con sistemas de separación agua aceite para drenar el agua que pudiese tener contacto con los aceites de los equipos.

#### **4.23 Sobre el Tanque Sedimentador/Amortiguador Para Lluvia**

Considerando un período de retorno de 100 años, se estima un caudal total de 210 L/s con proyecto, siendo la diferencia de caudales entre las condiciones con y sin proyecto de 33 L/s para el área de la subestación, y de 160 L/s para el resto del terreno.

Se proponen dos estanques de detención. El estanque de retención para el resto del terreno sin la subestación eléctrica tendrá una capacidad de 2,545 m<sup>3</sup>. El estanque de retención para la subestación, tendrá una capacidad para 268 m<sup>3</sup>. La descarga del agua después del sedimentador será a la canaleta de CEPA.

#### **4.24 Sobre las Emisiones Atmosféricas**

Para caracterizar la línea base, se llevó a cabo un monitoreo de calidad del aire ambiente, para los parámetros de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), ozono (O<sub>3</sub>), óxido de nitrógeno (NO) y Material Particulado menor a 2.5µm (PM<sub>2.5</sub>).

Durante la fase operativa, los NO<sub>x</sub> y CO se emitirían de los grupos de chimeneas asociados a los motores de combustión de GNL, de la Unidad de almacenamiento flotante y regasificación (FSRU), de la unidad flotante de almacenamiento (FSU), y del buque carguero que podría encontrarse atracado y descargando a la FSU. Existen también otras fuentes de emisiones menos significativas (por ejemplo, unidad de combustión) asociadas con la fase de operaciones





En el caso de las emisiones atmosféricas, el proyecto cumplirá los límites establecidos en el proyecto de norma salvadoreña obligatoria, para emisiones atmosféricas, fuentes fijas puntuales NSO 13.11.02.11, en la cual aplican los "Límites máximos permisibles para generadores de energía eléctrica con motores de combustión interna". Se espera una emisión de 285 mg/Nm<sup>3</sup> para Óxidos de Nitrógeno, considerando el uso de gas natural como combustible, se espera que las emisiones de SO<sub>2</sub> y de partículas sean insignificantes.

Se ha realizado una modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos, utilizando el software AERMOD, considerando un conjunto de datos meteorológicos de superficie y aire superior de 5 años, generados usando el modelo meteorológico de mesoescalar AERMET, en el que se seleccionaron valores recomendados de rugosidad superficial, relación de Bowen para condiciones de humedad promedio y Albedo. Basándose en la cobertura de la tierra dentro de un radio de 3 km del sitio del Proyecto, se determinaron tres sectores diferentes de características de superficie barlovento.

Las rejillas receptoras se extendieron hasta 30km fuera del sitio, removiendo los receptores dentro de los límites de la propiedad. La colocación del receptor está a 100 m de entre las áreas residenciales más cercanas a la instalación.

En la tabla 10 se presentan los parámetros de fuentes de emisión de la central térmica, ingresados a la modelación de dispersión de contaminantes.

Tabla 10. Parámetros Ingresados a AERMOD – Central Térmica

# de motores	Grupo de Chimeneas	Altura Chimenea (m)	Elevación Base (m)	Temperatura Chimenea (K)	Diámetro Chimenea (m)	Velocidad (m/s)	Flujo Volumen de Gas (m <sup>3</sup> /s)	Tasa de Emisión NO <sub>x</sub> (g/s)	Tasa de Emisión CO (g/s)
19	A	50	24	454.15	2.77	18.70	112.90	18.14	18.47
	B	50	24	454.15	3.92	18.70	225.90	36.25	36.97
	C	50	24	454.15	3.92	18.70	225.90	36.25	36.97
	D	50	24	454.15	3.20	18.70	150.60	24.17	24.63

En la tabla 11 se presentan los resultados de la modelación de dispersión de contaminantes, que incluye la línea base de concentraciones de calidad de aire, la concentración máxima prevista por el proyecto y el impacto acumulativo previsto.

Tabla 11. Impacto Previsto en la Calidad de Aire

Compuesto	Periodo Promedio	Línea Base Concentraciones Calidad de Aire (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración Máxima de Calidad de Aire Prevista para el Proyecto (µg/m <sup>3</sup> )	Impacto Acumulativo Previsto (Línea Base + Proyecto) (µg/m <sup>3</sup> )	Criterio de Calidad de Aire (µg/m <sup>3</sup> )
Dióxido Nitrógeno	24- horas	11.0	134.16	145.2	150
Dióxido Nitrógeno	Anual	2.1	25.71	27.8	100
Monóxido de Carbono	1-hora	540.9	734.51	1275.4	40,000
Monóxido de Carbono	8-horas	457.7	338.90	796.7	10,000

Los resultados muestran que bajo el peor escenario de condiciones de funcionamiento, se prevé que la instalación estará por debajo de los límites de calidad del aire para los compuestos indicadores. Además, el equipo costa afuera no tiene una contribución significativa a los impactos generales previstos.

En la figura 20 se muestran los isocontornos resultantes de dispersión de contaminantes para NO<sub>2</sub>, considerando la concentración máxima esperada para un periodo promedio de 24 horas.



#### 4.25 Sobre el Ruido en la Central Térmica

La modelación de ruido completada para el Proyecto indica que los niveles de ruido aportados por la operación del Proyecto en las vecinas zonas industriales y áreas residenciales estarán en o por debajo de los límites aplicables del Proyecto. Los límites aplicables considerados del Proyecto han sido las directrices CFI-EHS. Como se indica en la Tabla 12, la contribución de ruido de la Central Térmica en los cuatro receptores será menos que los límites aplicables.

Tabla 12. Límites de Ruido Aplicables al Proyecto y Ruido Máximo Previsto Contribuido por el Proyecto en 4 receptores

Receptor	Límite durante el día [dB(A)]	Impacto estimado durante el día [dB(A)]	Límite durante la noche [dB(A)]	Impacto estimado durante la noche [dB(A)]
L1	55	55	50 dB	47 dB
L2	55	51	54 dB	43 dB
L3	55	48	56 dB	40 dB
L4	55	53	45 dB	45 dB

#### 4.26 Sistema Contra Incendios de la Central Térmica

Sistema de Control de Incendios: La Central Térmica tendrá un sistema contraincendios de agua por tuberías, además se proporcionará espuma móvil. Para la acción inmediata contra incendios locales pequeños, la casa de máquinas estará equipada con extintores portátiles del polvo seco en lugares estratégicos, y extintores portátiles del CO<sub>2</sub> para los fuegos eléctricos.

Dentro del edificio contra incendios se tendrá: 1 Unidad de bomba accionada por motor Diésel, 1 Unidad de bomba accionada por motor eléctrico, 1 bomba Jockey, 1 Sistema de control, 1 Aspersores (set), 1 Extintor de incendios portátil, 1 Tubería (conjunto).

El tanque de agua será un tanque de acero. El volumen total del tanque de agua de incendio está dimensionado para aproximadamente 2 horas de funcionamiento con plena capacidad de bombeo de agua de incendio.

#### 4.27 Sobre los Sistemas de Control de la Terminal Marítima de Gas Natural

Un sistema de conectores de comunicaciones de liberación rápida dará desconexión rápida y liberación de las conexiones entre el FSU y la Terminal Marítima en caso salida del FSU por alguna condición climática o de emergencia. El sistema de comunicación de liberación rápida será un sistema de liberación de tensión de ruptura, que se activa cuando el buque se libera de sus amarras y comienza a alejarse de la Terminal Marítima; también se puede desacoplar manualmente, si hay tiempo suficiente para hacerlo.

Los siguientes sistemas están interconectando con el sistema de control de la terminal: Monitoreo de presión, temperatura y volumen de tanques; Detección de incendio y fugas de gas; Sistema ESD; y Control de brazos de carga.

Sistema de apagado de emergencia: El sistema de apagado de emergencia monitoreará la planta durante situaciones críticas. Actuará sobre motores y otros equipos para prevenir que ocurran fallas catastróficas. Todos los brazos y las mangueras, de vapor y líquidos, contarán con un sistema de apertura de emergencia.

Sistema de detección de fuego y fugas de gas: Instrumentos dedicados a la detección de fuego y gas serán instalados en todas las áreas de la planta. La detección de gas activa inmediatamente los sistemas de apagado de emergencia para evitar la propagación de gas y prevenir el riesgo de ignición. También se instalarán detectores de gases en el muelle de CEPA.



Señales de incendio también serán enviadas al sistema de control, y activarán los sistemas de emergencia para detener la alimentación de incendios con combustibles. El sistema de protección contra incendios también será activado para prevenir la propagación de un incendio.

Sistema de Control de Incendios: El equipo en la Terminal Marítima tendrá la capacidad de extinción de incendios suficiente para la atención de emergencias, incluyendo para la plataforma de transferencia, plataforma elevadora, plataforma de servicio, y dos (2) literas de salida de emergencia. Los sistemas de extinción de incendios en la Terminal Marítima tendrán las siguientes características:

- Protección contra incendios de GNL, incluyendo dos (2) generadores de espuma de alta expansión, controlados a distancia, ubicados junto al sistema de contención de GNL adyacente a la plataforma de transferencia y dos (2) monitores químicos secos controlados manual o remotamente ubicados en la plataforma de transferencia
- Sistema de protección contra incendios de gas natural que incluye un sistema de extinción de químicos secos y dos (2) monitores de químicos secos controlados remotamente ubicados en la plataforma de elevación
- Dos (2) bombas y controladores de agua de incendios impulsados por motores diésel ubicados en la plataforma de servicio, con capacidad de 11,360 l/s. Se utilizará agua de mar.
- Una (1) conexión a tierra en una de las plataformas y varios puntos de conexión de agua de incendio en la plataforma de servicio.
- Salidas para conexión y mangueras de incendio en todas las plataformas y los muelles de salida.
- Extintores químicos secos y portátiles en las plataformas elevadoras y de transferencia.
- Sistema de rociadores de agua en todas las plataformas de transferencia y elevación de GNL.
- Un sistema de rociadores automáticos suspendidos en la estación de bombeo.
- Sistema de detección de incendios y vapores ubicado en las plataformas elevadoras y de transferencia.
- Detector de baja temperatura ubicado en la cuenca del depósito de GNL y cerca de la salida de la plataforma de transferencia.
- Sistema de detección de vapor ubicado en la plataforma de servicio y literas de salida de emergencia.

El FSU y FSRU estarán equipados con sus propios sistemas de protección contra incendios. En el improbable caso de que se desencadene un incendio en la Terminal Marítima, los sistemas ESD se activarán para eliminar la fuente de combustible. El FSU y, si está presente, el LNGC procederán a retirarse de la terminal.

#### 4.28 Descarga de Agua Caliente y Fría en la Terminal Marina

El Proyecto requerirá las siguientes descargas de agua fría y caliente:

- Descarga de agua caliente de la caldera de la FSU y del enfriamiento del motor de la FSRU.
- Descarga de agua fría del vaporizador de la FSRU (para convertir el GNL en GN)

Agua de Mar para Regasificación: El agua de mar se requiere para calentar el GNL y convertirlo en GN (vaporización). Esta agua se extraerá desde el interior de la estructura celular de protección (ataguía o rompeolas) y luego se descargará a una velocidad y volumen de 10,000 m<sup>3</sup>/hr en dos ubicaciones fuera de la estructura. Esta agua se descargará a una temperatura más fría que la temperatura ambiente, pero no excederá un delta de 5°C, que es el límite que establece el Art. 19 del Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental.



Agua de Mar para Enfriamiento de Motores: Se tomará agua para enfriar los motores/caldera de la FSU y FSRU. Se extraerán/descargarán 10,000 m<sup>3</sup>/h para la FSU, y 700m<sup>3</sup>/hr serán extraídos/descargados para la FSRU. El agua de la FSU será extraída y descargada desde el exterior del de la estructura celular de protección (ataguía o rompeolas). Esta agua se descargará a una temperatura más cálida que la temperatura ambiente pero no excederá un delta de 5°C.

Se desarrolló un modelo de Hidrodinámica (HD) "Mike Flexible Mesh 3D", para evaluar la dispersión de la pluma térmica. Las temperaturas de la superficie y del lecho marino se extrajeron respectivamente, de las capas sigma superior e inferior de la simulación. Representan la extensión de la pluma térmica lejos de los puntos de descargas.

De los resultados de la pluma de agua caliente de la descarga 3 de la FSRU (agua de enfriamiento del motor) se observa que la temperatura en la fuente puntual, es 33°C (delta + 5°C desde la temperatura ambiente). Los resultados del modelo muestran que la temperatura se redujo a menos de 0.5°C de la temperatura ambiente, dentro de 250m de la descarga 3 de la FSU, y a menos de 0.5°C de la temperatura ambiente, dentro de 70m de la descarga 3 de la FSRU.

De los resultados de la pluma de agua fría, desde la FSRU, la temperatura de la pluma de agua se incrementó a menos de 0.5°C de la temperatura ambiente, dentro 250m de la descarga 6 de la FSRU.

#### 4.29 Sobre la Limitación de Condiciones Climáticas

Los sistemas de amarre de la Terminal Marítima se basan en lo siguiente:

- El FSU y el LNGC dejarán el muelle cuando las condiciones ambientales limitantes se presenten o estén previstas que van a superarse;
- Los remolcadores no operarán en condiciones superiores a una altura de ola de HS = 1.5 m;
- Para las líneas de amarre de acero, la carga permitida de trabajo segura (SWL) se define como el 55% de la mínima carga de rotura (MBL); y para las líneas de amarre sintéticas, la carga permitida de trabajo segura (SWL) se define como el 50% de la mínima carga de rotura (MBL);
- La carga de trabajo admisible en las defensas es la reacción clasificada en análisis de rendimiento de diseño;
- Para el FSU amarrado a la estructura, el brazo de carga debe permitir los siguientes límites de movimiento: 4.0 m de oleaje, 4.0 m de balanceo y 2.0 m de tirón; y
- Para LNGC (amarrado al FSU), los movimientos permitidos de nave se limitan a lo siguiente: 2.0 m de oleaje, 2.0 m de balanceo y 1.0 m de tirón.

#### Condiciones Limitantes para Acercamiento y Atraje del FSU y LNGC

La limitación de las condiciones para el acercamiento del FSU y LNGC, en la Terminal Marítima serán los que se presentan en la Tabla 13.

La velocidad del viento es la velocidad medida a la altura de referencia estándar de 10 metros MSL y es representante de una velocidad sostenida promedio de 30 segundos. Por otro lado, el límite de hs proporcionada es aplicable para períodos de onda (Tp) menos de 12 segundos. Para Tp > 12 segundos, límites de onda pueden ser menores dependiendo de las condiciones y tipos de embarcación.

Tabla 13. Límites de Acercamiento y Atraje FSU y LNGC

Actividad (Funcionamiento normal) <sup>(1)</sup>	Viento (nudos) <sup>(2)</sup>	Ola Hs (m) <sup>(3)</sup>
FSU acercamiento y atraque	25	1.5
LNGC acercamiento y atraque	20	1.0

(1) Aplicable para buques de hasta 180.000 m<sup>3</sup>.





### Condiciones Limitantes para la Transferencia de Carga

Las condiciones limitantes para el FSU y LNGC atracados en la Terminal Marítima que requieren finalizar la transferencia de carga y/o salida de la Terminal Marítima serán las que se presentan en la Tabla 14 y 15.

Tabla 14. Transferencia de Carga del FSU

Actividad (Funcionamiento normal)	Viento (nudos)	Ola Hs (m)
Detener descarga (FSU)	30	1.75
Desconecte los brazos de descarga (FSU)	35	1.75
Reanudar descarga (FSU)	25	1.5
Dejar la litera (FSU)	40	2.0

Tabla 15. Transferencia de Carga de LNGC (barco a barco)

Actividad (Funcionamiento normal) <sup>(1)</sup>	Viento (nudos)	Ola Hs (m)
Detener descarga (LNGC)	25	1.25
Desconectar hoses (LNGC)	30	1.25
Reanudar descarga (LNGC)	20	1.0
Dejar la litera (LNGC)	35	1.5

(1) Aplicable para buques de hasta 180.000 m3.

### 4.30 Sobre la Evaluación Detallada de Riesgo y Plan de Contingencia

Se ha completado una identificación de riesgos y evaluación cuantitativa del riesgo para el proyecto preliminar/ de alto nivel, evaluando aspectos tales como el riesgo de proceso, potenciales amenazas, navegación, ubicación, tsunamis, terremotos, fuertes lluvias y amenazas antrópicas en la ubicación del proyecto, lo que podría desencadenar eventos como incendios y las explosiones, dentro del proyecto y afectar las propias instalaciones y los alrededores, teniendo en cuenta el uso de materiales peligrosos.

Para la realización de identificación y estudios de riesgos asociados al proyecto, el titular realizó el siguiente proceso:

- Identificación de Riesgos; El primer paso consistió en la Identificación de Riesgos (Hazard Identification, HAZID por sus siglas en inglés) el cual, para su elaboración incluyó dos talleres y el análisis de colisión, entre otras evaluaciones que sirvieron como insumos.
- Análisis cuantitativo de riesgos (QRA), tomando en cuenta los resultados de los talleres, además de normativas internacionales en manejo de riesgos.
- Plan de contingencias conceptual. Se ha preparado un plan de contingencia de nivel conceptual y un plan de respuesta de emergencia que delinea el contenido de un futuro Plan de Contingencia más detallado que se desarrollará como parte del diseño detallado.

Dentro de los resultados generales del HAZID y de operaciones simultáneas (SIMOPS), elaborado por el titular, están las siguientes conclusiones:

- La corta distancia entre la terminal de importación y el Puerto de Acajutla y la proximidad del carril marítimo a la terminal de importación para el tráfico de entrada y salida al puerto aumentan el riesgo de colisión de buques con la terminal de importación. Además del diseño intrínsecamente seguro (doble casco GNLC y FSU), las medidas de mitigación incluyen sistema de identificación automática (AIS) en barcos, torre de control de tráfico marítimo, sistema de tráfico de buques (VTS), velocidad reducida en la zona (menos de 3 nudos), piloto y dos remolcadores desde y hacia el área de embarque del piloto. Actualmente, sólo hay dos remolcadores disponibles. Como resultado, sólo es posible un movimiento de un barco a la vez en la zona, lo que reduce el riesgo de colisiones de buques. Se ha realizado un análisis del riesgo de colisión de buques.



- El canal de navegación actualmente no está marcado visualmente y se recomienda tener en cuenta la definición formal de una ruta de navegación.
- Otro riesgo relacionado con la presencia de otros barcos cerca de la instalación es la presencia de un ancla caída o arrastrada en la tubería submarina. Esto puede conducir a la liberación de gases al medio ambiente, pero se mitiga por el diseño de la tubería para soportar choques de objetos extraños y la definición de una zona de anclaje en la ruta de la tubería, que se representará en las cartas náuticas
- Existe un riesgo de seguridad relacionado con la ubicación de la Terminal Marina, ya que existen amenazas locales. Un patrullero / buque de seguridad estará presente para mitigar el riesgo y restringir el tráfico alrededor de la instalación.
- No se identificaron peligros mayores relacionados con la operación específica de transferencia de GNL de FSU a FSRU, maniobras y amarre durante la noche, desmonte de las zonas submarinas, comunidades costeras y visibilidad.
- No se identificaron peligros mayores causados por la terminal GNL para impactar la Terminal de Alba Petróleos y la Terminal de RASA o viceversa.

El Estudio Cuantitativo de Riesgos (QRA, por sus siglas en inglés) tomó en cuenta todas las observaciones y comentarios obtenidos en los talleres de Identificación de Riesgos, el cual considera una tasa de producción de 140 millones de pies cúbicos estándar por día (MMSCFD) de gas natural (GN) como caso base; además, el titular analiza en el QRA un posible desarrollo de ampliación de la terminal de importación GNL con un tercer tren adicional para alcanzar una tasa de producción de 280 MMSCFD de gas natural, así como un almacenamiento en el FSRU de hasta 100,000 m<sup>3</sup>. El alcance del QRA incluye la terminal de importación de GNL hasta la válvula de aislamiento de tubería en tierra.

El riesgo planteado por el proyecto se evalúa el diseño basado en los 13 escenarios principales identificados en el HAZID. Para cada escenario, se analiza la descripción del escenario, el análisis de frecuencia, la evaluación de la consecuencia, la evaluación del riesgo como una combinación de frecuencia y consecuencia y evaluación del riesgo con los criterios de riesgo y recomendaciones para reducir el riesgo. Los criterios de aceptación de riesgo utilizados en el QRA son los establecidos en la Guía Basada en Riesgo de la Comisión Reguladora de la Energía de Estados Unidos (FERC), que se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. QRA Criterios de Aceptación de Criterios

Región de riesgo	Descripción	Criterios Promedio de Riesgo Individual Público (IR) (Anualmente)
Riesgo intolerable	Los requisitos de la autoridad, los requisitos corporativos, las normas internacionales y las prácticas recomendadas definen conjuntamente un nivel superior de riesgo por encima del cual se considera que el riesgo es inaceptable. El riesgo intolerable no puede justificarse excepto en circunstancias extraordinarias.	$\geq 1E-04$
Riesgo tolerable, siempre que el riesgo sea ALARP	Los enfoques reconocidos y aceptados en todo el sector demuestran que se ha aplicado un nivel adecuado de escrutinio y mitigación a los riesgos derivados de los peligros identificados y que el riesgo residual para el público y el medio ambiente es tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP).	$1E-06 < IR < 1E-04$
Riesgo ampliamente aceptable	Estos riesgos generalmente se consideran insignificantes y adecuadamente controlados.	$\leq 1E-06$

Se han obtenido las curvas individuales de iso-riesgo (LSIR), para medir el riesgo del proyecto público e indirectamente al ambiente. El LSIR se calcula para dos ubicaciones: Terminal marina ubicación en tierra.





Los resultados del riesgo individual (IR) por ubicación de liberación del proceso se proporcionan en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados de Riesgo Individual (IR)

Ubicación del proceso de lanzamiento	IR por Año	Región de riesgo
Terminal de importación GNL	8.89E-07	Ampliamente aceptable
En tierra	3.49E-05	Riesgo tolerable

Los resultados muestran que el riesgo en la terminal de importación GNL se encuentra dentro del rango ampliamente aceptable según los criterios de riesgo ( $\leq 1E-06$  por año). El mayor contribuyente al riesgo es la liberación del brazo de carga FSU a FSRU. Dado el alto caudal y la presión, el evento conducirá a una gran liberación de GNL, dando lugar a dispersión de gas, fuego de chorro y eventos de la piscina de fuego (pool fire). Por otro lado, el riesgo en la localización en tierra cae en la región de riesgo tolerable, al ser tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP) (entre  $1E-04$  por año y  $1E-06$  por año). El principal contribuyente es la liberación de la válvula con sistema de apagado de emergencia (ESD) de entrada en tierra debido al gran inventario de gasoducto de gas natural de la plataforma elevadora y su alto caudal. Las curvas individuales de iso-riesgo (LSIR) para ambos lugares se muestran en la figura 21.

El Estudio QRA no identificó curvas individuales de iso-riesgo (LSIR) en la región de riesgo intolerable según los criterios de aceptación de riesgo. El público y el medio ambiente no están expuestos a riesgos inaceptables del proyecto EDP. Durante la etapa de diseño detallado se desarrollará otro Estudio QRA detallado el cual tomará en cuenta aspectos de diseño avanzado tales como dibujos de tubería e instrumentación.

Se realizará una evaluación detallada del riesgo como parte del trabajo de diseño detallado y el desarrollo del Plan de Contingencia y Planificación de Riesgos de Riesgo Mayor, el cual se resume en la Tabla 18.

Tabla 18. Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar

ESTUDIO	DESCRIPCIÓN
<b>Ingeniería Detallada</b>	
Estudio de Peligros y Operatividad (HAZOP)	El HAZOP evalúa los sistemas de proceso de la parte superior para identificar los riesgos para las personas (personal y público), el medio ambiente y los bienes. Este taller identifica los riesgos potenciales con enfoque principal en los sistemas de proceso. Se han revisado los procesos de las partes superiores, los sistemas de carga y los principales sistemas de servicios públicos de la FSRU.
Capas de Análisis de Protección (LOPA)	De forma complementaria al HAZOP, se necesita realizar una revisión en profundidad de LOPA para confirmar el nivel de integridad de seguridad requerido para los sistemas instrumentados de seguridad (SIS) identificados para los procesos de las partes superiores y los sistemas de carga según las normas IEC 61508/61511.
Especificación de requisitos de seguridad (SRS) - Análisis de nivel de integridad de seguridad (SIL) Revisión.	Además de la LOPA, es necesario realizar un estudio SRS y una revisión SIL para declarar los requisitos y verificar que los SIS tal y como se han diseñado cumplan con el nivel SIL requerido según se define en el estudio LOPA anterior de acuerdo con las normas IEC 61508/61511 para hardware y software.  Identifica los sistemas instrumentados de seguridad (SIS) y evalúa si SIS cumple con sus requisitos de integridad.
Análisis de objetos caídos	Evalúa y revisa cuantitativamente el riesgo de escenarios de objetos caídos (por ejemplo, del estudio de manejo de materiales) durante las operaciones normales para el terminal marítimo. El riesgo de objetos caídos se refleja en el QRA detallado.



ESTUDIO	DESCRIPCIÓN
Análisis de Fuego y Explosión (FERA)	<p>Los posibles escenarios de incendio y explosión identificados en HAZID y HAZOP se detallan en el estudio FERA cuantitativo. El estudio incluirá análisis de dispersión de gas. En particular, para la evaluación del riesgo de explosión, se requiere un estudio 3D de dinámica de fluidos computacional (CFD) en el diseño detallado teniendo en cuenta los detalles del diseño y la congestión.</p> <p>El estudio FERA confirma las cargas accidentales dimensionales (DAL) para objetivos críticos que deben tenerse en cuenta en el diseño detallado para lograr el riesgo ALARP para posibles escenarios de incendio y explosión.</p> <p>El estudio también puede modelar los efectos de humo, radiación térmica y sobrepresión con respecto a evacuación y las vías de evacuación de las instalaciones.</p>
Análisis de derrames criogénicos	Además de los posibles escenarios de derrame criogénico (pérdida de contención) identificados en HAZID y HAZOP, es necesario realizar un estudio cuantitativo detallado para las operaciones FSRU, FSU y de carga para analizar el riesgo de derrame criogénico. Este estudio confirma las dimensiones requeridas para la contención de derrames criogénicos accidentales que deben tenerse en cuenta en el diseño detallado para lograr ALARP.
Análisis de dispersión de ventilación	El análisis de dispersión de ventilación modelará los efectos de ventilar el proceso (gas natural) en la FSRU durante una emergencia, dadas las tasas de escenarios operativos en una gama de condiciones meteorológicas. El modelado de las emisiones de vapor de GNL permite evaluar si la respectiva nube de vapor de GNL es compatible con el diseño del FSRU / terminal.
Elemento finito para la colisión de la nave	Se realizó un análisis de elementos finitos para una respectiva consecuencia del impacto de una colisión potencial en la LNGC y / o FSU.
Detallado QRA	Evalúa el riesgo y los impactos de eventos peligrosos en el personal, la gente (público) y el ambiente para la ubicación específica del proyecto en El Salvador. Todos los riesgos para el público y el medio ambiente deben estar dentro de la gama ALARP.
Análisis de escape, evacuación y rescate (EERA)	<p>Evalúa cualitativamente la efectividad de las instalaciones, evacuación y rescate. Además, el riesgo potencial para la pérdida de integridad de las rutas de escape de la FSRU / instalación marina es ALARP para los escenarios FERA se evalúan cuantitativamente.</p> <p>Los escenarios de FERA y los cálculos de CFD se utilizan como entrada para este análisis para estimar el riesgo.</p>
Planificación de contingencias	Planifica la respuesta a eventos anormales cuando ocurren.
Tan bajo como razonablemente practicable (ALARP)	<p>Este estudio examina y discute las principales medidas de mitigación para lograr ALARP para las instalaciones marinas en operación normal (GNLC, FSU y FSRU).</p> <p>Evalúa si se aplican suficientes medidas de reducción del riesgo para satisfacer el principio de menor costo razonable.</p>
Evaluación de la seguridad de las instalaciones portuarias (PFSA)	Garantiza que la infraestructura de seguridad física incluida con el proyecto es la más adecuada y que todas las características de diseño detallado de los sistemas de seguridad se incluyen con la mayor precisión posible. Realizado para las instalaciones según el código ISPS.
Operaciones	
Plan de preparación para emergencias / contingencia	Asegura que la mitigación del riesgo, la preparación, la respuesta y la recuperación estén en su lugar para disminuir los impactos de eventos anormales.
Supervisión del rendimiento	Demuestra que existen arreglos para monitorear el desempeño de HSE.
Seguridad laboral / análisis de riesgos	Identifica los peligros de tareas específicas para reducir el riesgo de lesiones a los trabajadores.



ESTUDIO	DESCRIPCIÓN
Plan de prevención y control de derrames	Documenta los procedimientos a seguir para evitar los derrames y la respuesta en la ocurrencia de un derrame.
Plan de seguridad de barcos	Proporciona prevención y detección temprana de ataques y cobertura de vigilancia mejorada, equipo de detección, uso de iluminación y respuestas de la tripulación.

Si después de realizar los estudios detallados, se determina que se exceden los Iso-contornos de riesgo definidas en el QRA, se deberán definir las medidas y acciones, que garanticen que las áreas de acceso al público, fuera de la propiedad de CEPA, se encuentren en zonas de riesgo individual público (IR) que sean Ampliamente aceptables (IR menor o igual a  $1 \text{ E-}06$  por año) o ALARP (tan bajo como sea razonablemente posible), ( $1 \text{ E-}06$  por año  $< \text{IR} < 1 \text{ E-}04$  por año).

### Zona de exclusión durante la etapa de funcionamiento

Se propone una Zona de Exclusión durante la etapa de Funcionamiento (Ver figura 22). El área propuesta considera la retroalimentación de CEPA de mantener sin afectación un radio de 600 metros desde los muelles de dicha instalación y también es basada en los resultados preliminares del Estudio de Riesgo Cuantitativo (QRA).

El QRA preliminar aplica el concepto curvas individuales de iso-riesgo (LSIR), que pueden utilizarse como insumos a zonas de exclusión. El área que se está proponiendo como **Zona de Exclusión durante la etapa de Funcionamiento** cumple con las recomendaciones del citado QRA preliminar.

De las LSIR para la terminal de importación de GNL, la curva referida al nivel de riesgo riesgo tolerable (Región ALARP), que se extiende aproximadamente 90 metros al sur del eje de la terminal y fue parte de la consideración para definir el extremo sur de la Zona de Uso Exclusivo del proyecto. La curva referida al nivel de riesgo  $1\text{E-}07$  promedio anual alcanza a llegar a la dársena de entrada, pero corresponde a un riesgo el cual es ampliamente aceptable y como tal, con perspectiva de riesgo al público y al medioambiente, no se necesitan medidas de mitigación adicionales.

Además de la existencia de una Zona Exclusión durante la etapa de Funcionamiento, se delimita la Zona de Concesión. Esta zona consta de un semicírculo hacia el oeste, norte y este de la terminal marina de un radio de 500 metros centrado alrededor de la brida de transferencia de GNL, que esta trucando en el sur a fin de no afectar el área de transito de embarcaciones comerciales que navegan hacia el Puerto de Acajutla. Además, tendrá un área de 50 metros a cada lado de la tubería submarina, que incluye el área de instalación muelle tipo caballete, el cual iniciará en la costa en dirección perpendicular hacia el mar.

Se propone que en la citada Zona de Concesión, solo puedan navegar, cumpliendo con protocolos a ser reglamentados, embarcaciones relacionadas con la terminal de GNL, con las empresas Cenergica, RASA, Alba Petróleos y con el Puerto de Acajutla propiamente dicho.

En fecha 28 de agosto de 2017, se recibe de parte del titular del proyecto, copia de nota Ref. PRE-EXT 89/2017, de fecha 30 de junio de 2017, dirigida a la Autoridad Marítima Portuaria, en la cual la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA) indica que considerando el documento "Proyecto LNG to Power, Descripción del Proyecto Resumen del Estudio de Navegación, Presentación 22/06/2017", se dictamina que las condiciones de navegación para las naves que recalén en el Puerto de Acajutla se mantienen seguras y permiten el acceso de manera fluida a las instalaciones del recinto portuario, razón por la que se manifiesta su anuencia a que bajo las condiciones de ubicación de la terminal propuesta por Energía del Pacífico, Ltda de C.V., así como la ruta de conducción de la tubería de gas natural licuado, se pueda desarrollar dicho proyecto manteniendo el Puerto de Acajutla sin mayor afectación en cuanto a sus condiciones de aproximación, atraque y desatraque.

En las tablas 19 y 20, se muestran las coordenadas de la zona de uso exclusivo de Energía del Pacífico y de la zona de concesión de uso compartido, respectivamente.



Tabla 19. Coordenadas de zona de uso exclusivo de Energía del Pacífico

AREA ZONA B: 227,196.35 m <sup>2</sup>				
LAMBERT NAD 27			WGS 84	
POINT NO.	NORTHING	EASTING	LATITUDE	LONGITUDE
B1	273559.2867	408179.4514	N013° 34' 50.674"	W089° 50' 54.312"
B2	274072.5072	408122.5702	N013° 35' 07.26"	W089° 50' 56.256"
B3	273988.2708	408560.5921	N013° 35' 04.61"	W089° 50' 41.675"
B4	273759.3015	408593.7387	N013° 34' 57.227"	W089° 50' 40.533"
B5	273731.2255	408540.3943	N013° 34' 56.308"	W089° 50' 42.323"
B6	273611.4293	408395.7948	N013° 34' 52.395"	W089° 50' 47.111"

Tabla 20. Coordenadas de zona de concesión de uso compartido  
 (EDP, CEPA, Cenérgica, RASA, ALBA)

AREA ZONA A+B: 684,423.68 m <sup>2</sup>				
LAMBERT NAD 27			WGS 84	
POINT NO.	NORTHING	EASTING	LATITUDE	LONGITUDE
A1	273864.2487	409669.8551	N013° 35' 0.765"	W089° 50' 04.739"
A2	273838.9311	408802.8244	N013° 34' 59.843"	W089° 50' 33.575"
A3	273499.2418	407930.3205	N013° 34' 48.691"	W089° 51' 02.591"
A4	273559.2867	408179.4514	N013° 34' 50.674"	W089° 50' 54.312"
A5	273611.4293	408395.7948	N013° 34' 52.395"	W089° 50' 47.111"
A6	273731.2255	408540.3943	N013° 34' 56.308"	W089° 50' 42.323"
A7	273763.4315	409643.3312	N013° 34' 57.482"	W089° 50' 05.64"

## V. CONCLUSION

Analizada la información contenida en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "LNG TO POWER" y documentos adenda al mismo, el equipo técnico asignado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para realizar la evaluación del Estudio presentado, emite **DICTAMEN TÉCNICO FAVORABLE PARA LA ETAPA DE UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A TRAVÉS DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL** bajo el cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental presentado y las condiciones de cumplimiento obligatorio establecidas en el presente dictamen.

**EL PRESENTE DICTAMEN NO CONSTITUYE UNA AUTORIZACIÓN PARA LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO.**





**VI. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

Tabla 10.57 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción									
Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atención, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsables de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de la Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>funcionamiento de generadores estacionarios</li> <li>funcionamiento del equipo motorizado móvil</li> <li>Tala y descarbonado</li> <li>Trabajo de excavación</li> <li>Actividades generales de construcción</li> <li>Construcción relacionada al tránsito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición de los trabajadores y del público a la emisión de contaminantes del aire</li> <li>Emisiones de GHG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atenuación</li> <li>1. Reducción de Emisiones de Gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un Plan de mantenimiento que considere:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento,</li> <li>Sistema de control/ seguimiento del sitio</li> <li>Protocolo anti-paro</li> <li>Uso de autobuses para el transporte de trabajadores de fuera de Acajutla al sitio desde las principales ciudades</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área del sitio de Proyecto y rutas de transporte y acarreo</li> </ul>	EDP	\$2,000.00	Durante la construcción	Sin impacto significativo en la calidad del aire La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte de trabajadores
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Despeje</li> <li>Trabajos de excavación</li> <li>Actividades generales de construcción</li> <li>Tráfico relacionado a la construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Migración de las emisiones de polvo a los receptores fuera de sitio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevención</li> <li>2. Plan de Manejo de Polvo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Gestión de polvo incluyendo:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Riego de agua en calles internas del proyecto durante estación seca</li> <li>Control de salida del sitio (lavado de ruedas, enturquecimiento de superficies)</li> <li>Estabilizar pilas de almacenamiento</li> <li>Limites de velocidad en las carreteras internas</li> <li>Cubiertas en caminos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sitio del proyecto, sitio de acopio temporal, vías de transporte principales y para acarreo de materiales</li> </ul>	EDP	\$54,012.00	Durante la construcción	Prevenir incrementos de polvo a corto plazo en las proximidades del sitio
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de pilotes (en tierra)</li> <li>Trabajo de terracería</li> <li>Construcción, equipo operando</li> <li>Planta desulfuradora de concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruidos molestos para las comunidades circundantes y residentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atenuación</li> <li>3. Manejo de ruido durante construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar Plan de Gestión del Ruido Acumulando que considere:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo, número y ubicación de los pilotes;</li> <li>Uso de técnicas de bajo ruido para pilotes (por ejemplo, pilotes vibratorios, pilotes a presión)</li> <li>Horarios de construcción para excavación de pilotes y operación de la planta desulfuradora de concreto.</li> <li>Horarios para uso de vías primarias y para acarreo de materiales</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sitio del Proyecto, Sitio de Acopio Temporal, y vías para acarreo de materiales</li> </ul>	EDP	\$1,000.00	Duración de actividades de construcción, en particular ubicado de pilotes.	Ruidos molestos en corto plazo en un radio de sitio del proyecto durante las horas diurnas.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tala y descarbonado</li> <li>Trabajos de terracería</li> <li>Actividades de construcción general (en tierra)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fertilidad suelo fértil/ menor de capas de suelo</li> <li>Posibilidad de efectos sobre la flora y fauna marina por sedimentos que entran en las aguas marinas como consecuencia de la erosión de los materiales en tierra</li> <li>Inundaciones fuerza de las instalaciones como consecuencia de eventos pico de escorrentía de agua superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atenuación</li> <li>4. Manejo de suelo y agua lluvia en construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar las disposiciones para el manejo del suelo previsto en "Instrucción en calidad e instalación, trabajos de excavación, Plantas de Energía" de Wärtil, incluyendo:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Zapichado y almacenamiento de suelo orgánico separado del subsuelo</li> <li>El uso de bermas y cercas para controlar la erosión y evitar la escorrentía de sedimentos</li> <li>Cercos para prevenir ingreso de maquinaria en zonas sensibles</li> <li>Proteger o estabilizar material expuesto (re-vegetación, geomembranas, concreto, etc.)</li> <li>Proteger esquinas de zapichos y curvas con rocas o escollos</li> <li>Instalación de dispositivos de dissipación de energía en salidas y lugares de descarga</li> <li>Estanques de sedimentación / u otro sistema para eliminar los sedimentos de agua antes de la descarga y estanques para controlar</li> <li>Estanques para controlar la descarga del agua lluvia.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sitio General del Proyecto, sitio de acopio temporal, y las zonas de la línea costera que podrían ser susceptibles a la erosión</li> </ul>	EDP	\$72,800.00	Antes y durante la duración de actividades de construcción, incluidas las actividades en las proximidades de la costa	Aprovechamiento de la tierra orgánica, proveniente de la huella del sitio, removida para su uso fuera del sitio. Liberación de sedimento marino por un corto período, sin efectos significativos sobre la flora y fauna marina. No hay cambios en el evento de inundación máxima.

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.



Ing. Alejandro Alías, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.



Tabla 10.57 - Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de materiales peligrosos en el terreno del proyecto y zona de acopio temporal	Liberación accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: <ul style="list-style-type: none"> <li>contaminación del medio ambiente en el lugar, (suelo, aguas superficiales y subterráneas)</li> <li>exposición de los trabajadores a materiales tóxicos o irritantes</li> </ul>	5. Manejo de Materiales Peligrosos	Utilización de las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación profesional y equipo de protección personal disponible</li> <li>Etiquetado y control de inventario</li> <li>Lujo de la contención secundaria</li> <li>Materiales incompatibles almacenados en lugares separados</li> <li>Material de respuesta y limpieza por derrames</li> <li>Disponibilidad de extintores de fuego</li> </ul>	Zona de acopio temporal y Sitio de Construcción	EDP	\$12,200.00	Durante la construcción	Bajo riesgo de contaminación significativa del suelo, aguas subterráneas o superficiales como resultado de la construcción
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y disposición de materias primas peligrosas (en tierra y mar adentro)	Contaminación del medio ambiente por la eliminación inadecuada de desechos humanos	6. Tratamiento de agua residual doméstica	Baldos portátiles con tanques integrados, previstos para los trabajadores <ul style="list-style-type: none"> <li>Material recolectado será transportado en camiones para su tratamiento y disposición fuera del sitio en una instalación autorizada</li> </ul>	Sitio de construcción y Sitio de acopio temporal	EDP	\$47,180.00	Durante la construcción	No hay contaminación de desechos humanos en el sitio del proyecto. Descarga de efluentes en la planta de tratamiento de residuos fuera del sitio.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas y desechos peligrosos (mar adentro)	contaminación de las aguas marinas o en los sedimentos por la liberación accidental de materiales peligrosos durante las actividades de construcción de la cadena alimenticia humana	7. Materiales peligrosos en construcción Terminal Marítima y muella temporal	Además de los procedimientos generales para el almacenamiento y manejo de materiales peligrosos definidos en otros apartados, se utilizarán las siguientes prácticas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenaje de materiales peligrosos, incluyendo combustibles y lubricantes, en áreas confinadas.</li> <li>Equipo para derrames estarán disponibles para su despliegue inmediato en caso de un derrame (booms absorbentes, barreras flotantes de contención de aceite, skimmers)</li> <li>Los trabajadores serán capacitados en la prevención de derrames marinos y para dar respuesta y limpieza durante las actividades de construcción</li> </ul>	Zona de muella temporal, tubería, y área de Terminal Marítima	EDP	\$115,70.00	Duración durante la construcción del muele temporal, terminal marítima, y de la tubería	Ninguna contaminación ambiental significativa como resultado de derrames en la mar adentro
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	perforación de pozos de sondos (en tierra)	Agujeros sin sellar pueden permitir la migración de material contaminante en las aguas subterráneas	8. Cierre de perforaciones en suelo	Tapado o sellado de los agujeros abiertos con arcilla bentonita u otro material adecuado	Zona donde se pueden requerir perforaciones (casa de máquinas)	EDP	\$1,000.00	Explotación geotécnica	No hay nuevas vías expuestas para la migración de material a las aguas subterráneas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Limpieza de tubería	contaminación del medio ambiente por la liberación de agua de pruebas hidroestática y pruebas de lavado	9. Descarga de agua de pruebas	El agua de prueba de presión será analizada para confirmar la ausencia de contaminación. El agua libre de contaminación será liberada a un drenaje local. Si se encuentra contaminación por encima de los criterios aplicables, el agua será tratada antes de su descarga. <ul style="list-style-type: none"> <li>El agua de lavado será recolectada para su eliminación apropiada según sea necesario.</li> </ul>	Sitio para la descarga de agua después de las pruebas.	EDP	\$3,000.00	Conforme finalización de las pruebas hidroestáticas de burques y tuberías	contaminación significativa de la liberación de efluentes de lavado/pruebas hidroestáticas

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

*[Firma]*

Ing. Alejandro Alío, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.







Tabla 10.57 - Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de las Medidas Propuestas	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y desmonte del sitio, Descapote	Eliminación de la vegetación donde como resultado el desplazamiento de fauna hacia zonas inadecuadas, que podría causar mortalidad	10. Reubicación de fauna	Programa de Reubicación de Vida Silvestre: antes de iniciar obras, reubicar la fauna (por ejemplo, serpientes) a un hábitat adecuado con el apoyo de una ONG Mantener de jaulas y entrenamiento a trabajadores de la construcción de respetar y proteger la fauna durante la construcción	Sitio del proyecto y Sitio de Acomodo Temporal	EDP	\$5,200.00	Inmediatamente antes de la limpieza, y durante la actividad de tala y desmonte	Reducir la mortalidad de fauna de gran tamaño, y reducir la migración de fauna en zonas cercanas no aptas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y desmonte del Sitio, Descapote	Pérdida de hábitat y el aumento de la fragmentación del hábitat	11. Reforestación y Apoyo a (FIAES)	Restauración del hábitat, siembra de 20,782 árboles: Plantación de 1,791 árboles en terrenos del proyecto El pago de \$ 231,473.60 a FIAES para el uso en obras de mejoras y protección del medio ambiente en El Salvador	Sitio del proyecto Áreas identificadas por FIAES	EDP	\$14,676.58	Al final de la construcción	El programa de siembra de árboles no resultará en la pérdida del número de árboles. Los trabajos de restauración que se realicen como parte del programa FIAES compensará la pérdida de hábitat en el lugar
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y desmonte generales de construcción	Perturbación de la línea costera y áreas de playa por el transporte y almacenamiento de material, y paso de equipo pesado	12. Barrera en zona de playa	Instalar vallas en la parte superior del acantilado y a lo largo de la calle de acceso temporal al muelle, para demarcar áreas fuera de límite y no perturbación	Corredor de tubería y sitio de acopio temporal para la construcción	EDP	\$710.00	Antes del inicio de la tala y desmonte, y durante la duración de la construcción	Afectación al acantilado y la playa por la construcción del muelle temporal y la calle de acceso al mismo.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas peligrosas y desechos comunes y/o peligrosos	Almacenamiento inadecuado de residuos de alimentos atrozmente para la fauna	13. Prevención de Interacción con fauna	Los desechos de alimentos se almacenarán en recipientes a prueba de vida silvestre que se vacían y limpian con regularidad Todos los desechos serán eliminados adecuadamente	Sitio del Proyecto, sitio de acopio temporal, terminal marítima, servidumbre de tubería, y muelle temporal	EDP	\$2,400.00	Duración de las actividades de construcción	No hay arroyos importantes para la fauna relacionados con el almacenamiento y la manipulación de los alimentos y sus desechos



*[Handwritten signature]*

Ing. Alejandro Alís, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.

Tabla 10.57 - Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Hincado de Pilotes (mar adentro)	Ruidos bajo de agua por el hincado de pilotes pueden: • Ser perjudicial para los buceadores de ostras (y buceadores recreativos) • Tener efectos letales y no letales en mamíferos marinos, tortugas y otra fauna marina	Atenuación (Prevención, Atenuación, Compensación) 14. Reducción de ruido durante pilotaje en mar	Desarrollar un plan de gestión para el hincado de pilotes compatible con el protocolo del Comité Conjunto de Conservación de la Naturaleza (NCC) para minimizar el riesgo de lesión de los mamíferos marinos, y tortugas, por el ruido del hincado de pilotes, incluyendo consideraciones para: • Identificar y comunicar una zona de seguridad para pescadores y buzos • De ser factible, considerar el uso de técnicas de bajo ruido para perforar. • Búsqueda de buceadores, tortugas y mamíferos marinos en la zona de mitigación (500 m de radio de pilotes), antes de la perforación. • Retrasar las actividades, si buzos, tortugas o mamíferos marinos se detectaron dentro de la zona de mitigación • Arranque suave del equipo de perforación y protocolo de retiro después de los recessos • Mantenimiento de registros y presentación de informes	En un área de 500m afuera de las actividades de hincado de pilotes, e instalaciones de la terminal marítima	EDP	\$5,100.00	Plan antes del comienzo de perforaciones y su implementación durante las actividades de perforación de pilotes	Mortalidad no significativa y una interrupción mínima a los mamíferos marinos u otras especies de fauna, interrupción a los recolectores de ostras y otros posiblemente buceadores
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Hincado de Pilotes (mar adentro) Actividades Generales de Construcción (mar adentro)	La iluminación artificial necesaria para la construcción puede afectar el comportamiento de la fauna marina, incluyendo tortugas	Atenuación 15. Plan de Iluminación de Terminal Marítima y Muelle Temporal	Aplicar el Plan de Gestión de Iluminación: • Reducir la iluminación en áreas no esenciales, en particular durante los períodos críticos de tiempo de ciclo de vida (por ejemplo, de anidación de tortugas) • Utilización de protectores para dirigir las luces a las áreas que requieren iluminación • Evitar luz directa en el agua • Montaje de luces bajas donde sea posible • Uso de luces de longitud de onda larga (ej., ámbar) que hacen la luz menos intensa para los animales nocturnos. Parar o reducir temporalmente las actividades de dragado si se detecta un exceso en los límites de turbidez durante el monitoreo. A la vez que realizar biomonitoreo de ostras.	Terminal Marítima y muelle temporal	EDP	\$1,000.00	Duración de las actividades de construcción adentro	Reducir la iluminación que puede perturbar el comportamiento de la fauna marina
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Dragado de sedimento marino	El dragado incrementará la cantidad de sedimentos suspendidos en la columna de agua, así como la turbidez	Prevención 16. Medidas para la Reducción de Turbidez and Biomonitoreo de Ostras		Puntos M1 y M23, así como zona de ostras	EDP	\$6,960.00	Establecer previo al comienzo de las actividades de dragado y mantener mientras se dragan, diariamente	Temporal y localizado con menor impacto a la flora y fauna acuática



Uladislav

Ing. Alejandro Alile, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.





Tabla 10.57 - Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de las Medidas Propuestas	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala y estacionamiento</li> <li>• Terracería</li> <li>• Actividades generales de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de seguridad pública por actividades generales de construcción incluyendo el uso de maquinaria pesada</li> <li>• Las actividades de construcción pueden causar trastornos y molestias para los residentes locales o de negocios (quejib).</li> </ul>	Prevención 17. Plan de Gestión Ambiental y Social	Establecer un programa de enlace con la comunidad para ser atendido por dos oficiales de relaciones, cuyas responsabilidades incluyen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la presencia de una oficina de enlace con la comunidad fuera de las instalaciones</li> <li>• Implementar un plan de comunicación que incluye reuniones, materiales, entrevistas, incluida la información/material educativo para el municipio, las escuelas y la comunidad.</li> <li>• Hacer sabedores a la comunidad, de la existencia del Mecanismo de Quejas, Registros y solventar las quejas que sean presentadas por los actores.</li> </ul>	Alrededor de las comunidades, escuelas, municipio	EDP	\$94,150.00	Establecer antes del inicio de la construcción y mantenimiento durante la construcción	Conocimiento amplio del proyecto y los riesgos de público en general  Bajo riesgo de ingreso no autorizada o riesgo de seguridad para público  Responder a todas las denuncias, quejas y las quejas registradas en la oficina  Bajo riesgo de incidentes significativos de seguridad hacia los navegantes y pescadores
Preparación del Sitio, Construcción	Actividades Generales de Construcción - mar adentro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de seguridad pública (navegantes, pescadores) que operan en el entorno del muelle temporal, tuberías, y barcos mercantes para la construcción de las instalaciones</li> </ul>	Prevención 18. Seguridad en mar abierto	Consulta con CEPA y la Autoridad Marítima Portuaria (AMPP), para desarrollar un plan de seguridad, durante la construcción incluyendo consideraciones para: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formalizar la zona de exclusión durante la construcción y operación con AMP en acuerdo con CEPA, esta zona de exclusión aplica para todos los buques incluidos el tráfico comercial del puerto. De acuerdo a Apéndice 6.</li> <li>• Una zona de conexión de seguridad adicional. De acuerdo a Apéndice 6, aplicable para los buques que no sean de CEPA, BASA, CENERGIA, ALBA o de la terminal marítima de CEPA.</li> <li>• Plan de cumplimiento de perímetro de seguridad.</li> <li>• Plan de refuerzo de seguridad y de comunicación con/educación de los pescadores locales y otros navegantes activos en la zona.</li> </ul>	Sitio del proyecto en el mar adentro	EDP	\$2,000.00	Antes del inicio de la construcción	No hay un aumento significativo en el riesgo para la seguridad pública de tráfico relacionados con el proyecto  Menor congestión periódica de la carretera principal de acceso al sitio
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tráfico relacionado a la construcción	Cambios físicos en el tráfico del proyecto en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear riesgo para la seguridad pública (colisiones y accidentes)</li> <li>• Causar congestiones de tráfico</li> </ul>	Prevención 19. Plan de Tráfico	Plan de Gestión de Tráfico incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso del transporte colectivo para los trabajadores (autobuses) para reducir los movimientos de vehículos</li> <li>• Especificación de rutas de recorres designadas</li> <li>• No vehículos pesados en las carreteras locales</li> <li>• Los conductores recibirán capacitación sobre el Plan de Gestión de Tráfico.</li> <li>• Pabilidad en cuanto a cierres o bloqueos a las horas de tráfico de poca actividad</li> <li>• Señalización apropiada de controladores de tráfico</li> <li>• Consulta con el municipio, las comunidades locales, y las escuelas locales sobre el plan de tráfico y los peligros del tráfico.</li> </ul>	Sitio del Proyecto, rutas de transporte y EDP	EDP	\$1,820.00	Duración de la Construcción	No hay un aumento significativo en el riesgo para la seguridad pública de tráfico relacionados con el proyecto  Menor congestión periódica de la carretera principal de acceso al sitio



Alfredo M.

Ing. Alejandro Alfo, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.



**Tabla 10.57 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Gestión de la fuerza laboral de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>La afluencia de personas que buscan empleo y la creciente demanda de servicios sociales y la posible interrupción de la paz y la seguridad de la comunidad</li> <li>Seguridad y peligro para la seguridad, por el conjunto de personas que buscan empleo en las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevención/Atenuación de 20. Empleo Trabajadores locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratar a un oficial de contrataciones local, para apoyar a EDP y a los contratistas con la identificación de trabajadores locales calificados y no calificados</li> <li>Ampliar la oficina fuera de las instalaciones en Cajaluta para su uso por parte de EDP y contratistas como centro de contratación local</li> <li>Publicar que las contrataciones se enfocarán en personal local y que no se harán contrataciones en las puercas de las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La entrada del sitio</li> <li>Zona comercial Cajaluta</li> <li>Oficina del Proyecto</li> </ul>	EDP	\$25,500.00	Antes y durante la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beneficio neto esperado de la economía local a través de la contribución y uso de proveedores de servicios locales.</li> <li>Se espera alguna afluencia de solicitantes de empleo, pero con cambios mínimos a la base local de la población, la demanda de servicios locales, paz y seguridad</li> </ul>
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas de seguridad, por el desarrollo de puestos de comida y comerciantes informales, cerca de la entrada a las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevención de 21. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Además de proporcionar instalaciones, opciones de comedor in situ, proporcionar:</li> <li>Comunicación a los trabajadores para desalentar las compras en tiendas informales</li> <li>Señales prohibiendo tiendas informales en la valla exterior de la propiedad</li> <li>Coordinar con el municipio para remover tiendas informales</li> <li>Proporcionar una barrera de seguridad para garantizar la seguridad del público.</li> </ul>	Entrada al sitio	EDP	\$ 700.00	Duración de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir el incentivo para que los comerciantes informales se ubiquen cerca de la entrada a las instalaciones</li> </ul>
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Tala y desmonte, Terrazas, Hincado de pilotes, Actividades Generales de Construcción - en tierra, Prueba hidrostática	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las actividades de construcción pueden suponer peligro para la seguridad de los trabajadores de CEPA y el público en el uso de campos deportivos de CEPA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevención/Atenuación de 22. Barrera de seguridad de tubería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinar con el municipio para remover tiendas informales</li> <li>Proporcionar una barrera de seguridad para garantizar la seguridad del público.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sitio de acopio temporal</li> <li>Ruza de Tubería</li> </ul>	EDP	\$8,922.00	Durante las actividades de construcción y pruebas en terreno de la tubería	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevención del acopio de trabajadores de CEPA y público, a las áreas de construcción artbas</li> </ul>



*Vladimir V.*

Ing. Alejandro Aliz, Aprobado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.







Tabla 10.57 - Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de la Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio de Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad general de la construcción mar adentro</li> <li>Presencia física del muelle temporal y terminal marítima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las actividades de construcción y, finalmente, la presencia del muelle temporal, y la terminal marítima, producirán:</li> <li>Restringir las zonas de pesca de los pescadores "osteros" y "tuberos".</li> <li>Obligar a los pescadores que salen del muelle artesanal a viajar a distancias más largas cuando vayan hacia/cerde el sur</li> </ul>	Compensación a 23. Compensación Pescadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para compensar a los miembros de las cooperativas de pescadores, afectados por distancias de viaje más largas:</li> <li>Instalación de un nuevo winche en el muelle artesanal</li> <li>Instalación de 15 "Dispositivos Agreperores de Pesca" (FAD)</li> <li>Para compensar a los pescadores "Disteros"</li> <li>Para compensar 57 pescadores conocidos como "tuberos" y "Osteros", permitir elegir entre:</li> <li>Participar en la construcción de un barco de remo, completando con entrenamiento en seguridad (manejo del producto, y recepción de equipo básico de pesca o,</li> <li>Recibir capacitación en una línea alternativa de trabajo con el objetivo de salir del rubro de la pesca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FAD: Noroeste de Muelle Artesanal</li> <li>Arrecifes Artificiales: Norte del Muelle Artesanal</li> <li>Winche: Muelle Artesanal</li> <li>Equipo y Capacitaciones: A definir (Muelle Artesanal)</li> </ul>	EDP	\$55,650.00	Instalación completa de FAD, Arrecifes y winche, e iniciar la capacitación cooperativas serán compensados por las mejoras en el winche del muelle artesanal, y la instalación de los FAD's.	El costo y el tiempo de navegación más largo para los pescadores serán compensados por las mejoras en el winche del muelle artesanal, y la instalación de los FAD's.
Preparación del Sitio de Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taxe de Operaciones</li> <li>Gestión de Residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de aguas residuales</li> </ul>	Preventivo de sistemas de tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de la planta para el tratamiento de aguas residuales en la Central Térmica y la Terminal Marítima (FSRU/FSU).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Central Térmica: Al sur-este de la propiedad (Ver figura de localización de las medidas ambientales)</li> <li>Terminal Marítima: FSU y FSRU</li> </ul>	EDP	\$126,262.00	Instalación durante la fase de construcción	Toda agua de procesos y aguas residuales tratadas deben cumplir con las normas aplicables
Preparación del Sitio de Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase de operaciones</li> <li>Incremento de escorrentía superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de drenaje de aguas superficiales potencialmente contaminadas por aceites y grasas</li> </ul>	Preventivo de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de un sistema de tratamiento de aguas con residuos de aceite, para tratar agua potencialmente contaminada del drenaje superficial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oeste de la propiedad (Ver figura de localización de las medidas ambientales)</li> </ul>	EDP	\$16,480.00	Instalación durante la fase de construcción	Toda el agua tratada debe cumplir con las normas aplicables
Preparación del Sitio de Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presencia física de las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundaciones fuera de las instalaciones como consecuencia de un aumento de caudal de los eventos de escorrentía de agua superficial</li> </ul>	Preventivo de sedimentación / amortiguador para flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de los estanques de sedimentación, una para la subducción y otra para el resto de la propiedad. El sistema final de gestión de aguas pluviales considerará técnicas: "Desarrollo de de Bajo Impacto" (LD Low Impact Development) como:</li> <li>Reducción de áreas impermeables; pavimento permeable; cunetas y bioretención; y con vegetación de palisajismo.</li> <li>Abordar el resto del flujo de agua superficial del sistema de gestión de aguas pluviales permanentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estanques de sedimentación se localizarán al Sur del Sitio del Proyecto</li> </ul>	EDP	\$15,000.00	Antes de iniciar operaciones	No se esperaba tener un cambio significativo en el potencial de inundaciones aguas abajo del sitio, por un aumento del caudal máximo.
Preparación del Sitio de Construcción y Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase de Operación</li> <li>Actividad general de funcionamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase de Operaciones para combatir incendios</li> </ul>	Preventivo de Protección contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación del equipo de extinción de incendios: oxígenos, hidrantes, mangueras, valvulas, unidades móvil espuma, etc.</li> <li>Proveer entrenamiento en extinción de incendios y simulacros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalaciones generales, incluyendo EDP Central Térmica y Terminal Marina</li> </ul>	EDP	\$119,295.00	Instalación y capacitación para ser completado antes del comienzo de las operaciones	Buenas prácticas internacionales de la industria de la preparación para la lucha contra incendios

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

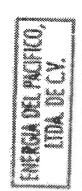
Ugo Vill

Ing. Alejandro Aila, Apoderado Legal, Energía del Pacifico Ltda. de C.V.



**Tabla 10.57 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevenición, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de la Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación de actividades generales de funcionamiento	• Liberación accidental de fugas de gas natural	Prevenitivo	Equipos de detección de fugas en la Central Térmica (fija), tuberías y Puerto de CEPA, así como medidores de gas portátiles para detectar fugas en las inspecciones visuales de las instalaciones.	Tubería de GN, FSU, FSBU	EDP	\$16,000.00	Compra de medidores antes de iniciar operaciones	Inspecciones periódicas ayudarán a identificar fugas
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Fase de Operación de Operación del pozo	• Consumo de agua subterránea	Prevenitivo	Instalación de equipo de control de flujo, y medición de niveles y pozos parámetros en pozos de monitoreo.		EDP	\$1,100.00	Instalación antes de comenzar operaciones	La extracción del agua no debe sobrepasar el límite establecido en el permiso
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción-mar adentro	• Ruido al público y a los trabajadores	Prevenitivo	Minimizar/remover areas con estancamientos de agua, y proveer estancamiento a los empleados para minimizar los sitios de vectores.	Central Térmica y Sitio de Acopio Temporal	EDP	\$2,400.00	Durante las actividades de construcción	Eliminación de hábitats de reproducción de mosquitos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción-mar adentro	• Remoción y perturbación de hábitat marino	Prevenitivo	En donde sea posible, operar equipo en tierra o en el mar (desde una balsa o el muelle temporal), en una manera que minimice perturbaciones potenciales a la línea costera y al lecho marino; • Evitar encallar las balsas usadas durante los trabajos de construcción • Un Monitor Ambiental Calificado, observará los trabajos, para determinar la necesidad de mitigación y confirmar que las medidas apropiadas están funcionando como esperado. • Inspección de especies en peligro en la ubicación del muelle temporal, previo a la construcción para evitar áreas con hábitats marinos importantes.	Sitios de construcción mar adentro	EDP	\$1,000.00	Durante las actividades de construcción	Perturbación minimizada a los hábitats marinos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción-mar adentro	• Perturbación de hábitat marino	Atenuación	Instalar un centro de rescate de fauna marina en colaboración con el MARN para recuperación de animales marinos que pudieran resultar afectados durante la construcción del proyecto.	Vivienda cercana a la costa	EDP	\$32,300.00	Durante las actividades de construcción	Animales salvados o enfermos asistidos. Perturbación minimizada a los hábitats marinos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción-mar adentro	• Remoción y perturbación de hábitat marino	Prevenitivo	Recorrido de reconocimiento y reubicación de fauna marina (Bubalus marinus, eritos de mar, caracoles, entre otros), y mareas con cobertura alta.	Sitio de ubicación de muelle temporal y tubería. Los ejemplares serán trasladados al ARP Los Cóbamos.	EDP	\$4,500.00	Durante las actividades de construcción	Flora marina trasladada hacia zonas de menor afectación.



*Alvaro Vil*

Ing. Alejandro Altes, Apoderado Legal, Energa del Pacifico Ltda. de C.V.







Tabla 10.57 – Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida ambiental (Prevención, Atenuación, Compensación)	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de Ejecución	Resultado Esperado
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción-mar adentro	• Perturbación de hábitat marino	Preventivo 34. Monitoreo de corales	Monitoreo de corales pétreos y blandos	Puntos de barcos hundidos (tres sitios de 100 m2 cada uno)	EDP	\$12,500.00	Previo inicio de trabajos en el mar. Previo inicio de actividades de dragado, Durante actividades de dragado, Al terminar actividades de dragado Al finalizar construcción en el mar.	Registro del estado de corales pétreos y blandos
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Entrega de GNL, Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	• Riesgo al público y a las actividades cercanas por un evento caparazónico (derrames mayores de GNL/GNL, grandes incendios, explosión)	Preventivo 35. Evaluación detallada de riesgos y plan de contingencia	Realizar una evaluación detallada del riesgo como parte del trabajo de diseño final. • Desarrollo de un Plan de Manejo de Riesgo de Grandes Amenazas y Contingencia. • Entrenamiento y simulacros.	FSU/FSU	EDP	\$100,000.00	Previo al inicio de operaciones	Riesgos a la seguridad pública dentro de las normas salvadoreñas y Buenas Prácticas Internacionales para la industria
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Entrega de GNL, Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	• Riesgo al público y a la integridad de las instalaciones y sistemas de contención y transporte de GNL/GNL, ante amenazas de tsunamis de ampo cercano y lejano.	Preventivo 36. Sistema de alerta de tsunamis	Instalación de un sistema de alerta de tsunamis independiente del PTWC consistente en instrumentos de medición sismica instalados en tierra en el sitio y árbol de decisión	Centro de Control de Terminal marítima, y instrumentos de medición sismica instalados en tierra en el sitio del proyecto	EDP	\$10,000.00	Previo al inicio de operaciones	Establecimiento de sistema de alerta de tsunami independiente del PTWC para preparaciones inmediatas.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Entrega de GNL, Almacenamiento, manejo y regasificación de GNL	• Riesgo al público y a las actividades cercanas por un evento de fuga de GNL/GNL	Preventivo 37. Instalación de válvula de aislamiento	Instalación de válvula de aislamiento en tierra para reducir el inventario de gas en tubería que pueda ser liberado en caso de fuga.	Entrada de tubería en tierra.	EDP	\$30,000.00	Instalación antes de comenzar operaciones	Reducción de los niveles de riesgo en caso de fuga en la tubería de transporte de GNL.
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Para instalación de terminal marítima	• Alteración de calidad de agua marina y acumulación de sedimentos en el lecho marino	Preventivo 38. Medidas para sitio de disposición de material de dragado	Reducir la velocidad de la draga y medición de turbidez en el agua	Sitio de disposición final de material de dragado	EDP	\$6,200.00	Durante los 18 días de esperados de deposición de material	Minimizar la perturbación del lecho marino y calidad de agua
<b>TOTAL</b>							<b>\$24,138.48</b>		

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

*Alfonso Ali*

Ing. Alejandro Allie, Apoderado Legat. Energía del Pacifico Ltda. de C.V.



**VII. PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

7920-000

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación de Resultados	Retiro/Implementación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Atenuación de Emisiones de Gases	Registro de mantenimiento	Oficina de construcción del proyecto	Mensual	Revisión del registro	EDP	Verificar que el mantenimiento se realiza de acuerdo con el plan	Mejorar el mantenimiento según el programa	2
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención de Emisiones de Polvo	Exceso emisiones de polvo	Todas las áreas de construcción activas donde hay terreno descubierta	Diario /semanal	comprobación visual semanal de las emisiones excesivas de polvo por monitoreo ambiental del sitio Inspección semanal de las medidas de mitigación del polvo	EDP	Confirmar que los controles de migración son eficaces para evitar la migración significativa fuera del sitio de polvo por vía aérea o vehículos	Si la migración excesiva de polvo se lleva a cabo se debe detener la actividad que la causa y aplicar las medidas de control adecuadas en el lugar, o hasta que las condiciones meteorológicas cambien (como por ejemplo la lluvia o reducción de viento)	Página 3
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Atenuación de ruido durante construcción	Ruido molesto	Áreas residenciales cercanas	No aplica	quejas de las partes interesadas	EDP	Todas las quejas de ruido se deben investigar para identificar la causa raíz	Introducir medidas de control para hacer frente a las quejas por molestias validas por ruido y dar seguimiento de comunicación con el denunciante	Página 5
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Atenuación de sudeo y agua lluvia en construcción	Condiciones físicas del suelo	Áreas sujetas a movimientos de tierra y excavaciones	Semanal	Inspección semanal de suelos expuestos y canales de drenaje para el exceso de erosión y sedimentación	EDP	Confirmar que los controles de sedimentos son eficaces para evitar la erosión significativa / sedimentación	Si hay erosión excesiva introducir medidas adicionales de estabilización para control	Página 6
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Manejo de Almacenamiento de Materiales Peligrosos	Inundación	Sitios de descarga de agua lluvia y canalata de CEPA en punto de descarga	Semanal durante la temporada de lluvias - mensualmente durante estación seca	Inspección visual del sistema de gestión de las aguas pluviales para comprobar la capacidad e integridad, y cualquier evidencia o riesgo de inundaciones y erosión	EDP	Verificar que no hay erosión, señales de inundaciones, daños en canalata	Tomar acciones correctivas mejorando la infraestructura de canalización o estanque de retención	Página 6
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Manejo de Almacenamiento de Materiales Peligrosos	Manejo adecuado: almacenamiento en zona vallada, MSDS disponibles, instalación contención secundaria.	Sitio para el almacenamiento de materiales peligrosos	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Todos los materiales peligrosos deben ser de almacenamiento según sus características	Correcto almacenamiento de materiales y refuerzo de capacitación al responsable del área	Página 9
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención de agua residual doméstica	Presencia y uso de sanitarios portátiles	En frentes de trabajo	Mensual	Inspección visual, registro de renta, registro de limpieza	EDP	Comparar número de sanitarios con registro de trabajadores, debe haber uno cada 25 trabajadores. Los sanitarios deben estar en buen estado y ser limpiados periódicamente	Contratar más sanitarios portátiles y solicitar su limpieza y mantenimiento	Página 13



Ing. Alejandro Alte, Apoderado Legal, Energía del Pacifico Ltda. de C.V





Tabla 10.58 – Programa de Monitoreo. Etapa de Construcción

Etapa Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retoolimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	7. Materiales peligrosos en construcción Terminal Marítima y muelle temporal	Registros de Capacitaciones y accidentes, equipos de derrames y aceite biodegradable	En plantal de construcción	Semestral	Entrevistas a personal, registro de compra y fotográfico	Titular	Prevenir daño a las personas, infraestructura y medio ambiente	Actualización de los temas de las capacitaciones y compra de equipo que haga falta	10-15
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	8. Cierre de perforaciones en suelo	Presencia de agujeros abiertos en la propiedad	Sitio de construcción de tanques y cava de máquinas	Fin construcción de fundaciones	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verifique que todos los agujeros abiertos en el suelo están cerrados	Cerrar los orificios abiertos en el suelo	10-16
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	9. Descarga de aguas de pruebas	Toma de muestras de agua de agua de ensayo	Antes de punto de descarga	Antes de iniciar la construcción	Muestreo con Equipamiento del lugar, sedimentos, suspendidos, aceite y grasa	EDP	Verifique que los parámetros son según la normatividad	Tratar el agua antes de su vertido	10-17
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	10. Reubicación de fauna terrestre	Presencia de fauna en el sitio	Propiedad del proyecto, las áreas de extendido, y comedor de tubería	Una vez, antes de iniciar el desalojo de la propiedad	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	Verificar que no hay fauna establecida presente en el sitio	Alinear el programa de reubicación	10-17
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	11. Reforestación y Apoyo a (FAES)	Número de especies plantadas, registro de donaciones FAES	Áreas verdes del terreno	Semanal	Inspección del sitio y registro fotográfico Cumplimiento convenio EDP-FAES	EDP	Verificar el establecimiento de la plantación	Cuido y mantenimiento y replantación de especies dañadas	10-19
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	12. Barrera en zona de playa	Presencia de cerco	Zona costera en el terreno para la tubería	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	La valla debe ser instalada	Instalar la valla, si no se ha instalado correctamente o está dañada	10-29
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	13. Prevención de interacción con fauna	Depositos para desechos sólidos	Frente de trabajo dentro de las instalaciones	Semanal	Inspección visual	EDP	Verificar la instalación de depósitos y su uso adecuado	Asegurar desalojo y disposición final adecuada	10-29
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	14. Reducción de ruido durante pilotaje en mar	Registro de observaciones	Área de ruido de pilotaje de 500m alrededor del embarcadero y zona de seguridad en Puerto CEPA (Fig. 10.18)	Semanal durante las actividades de pilotaje	Registros diarios de las observaciones incluidas las especies, la ubicación, el tiempo, el estado de las operaciones de pilotaje	EDP	Aplicar las medidas de gestión que se aplican cuando los mamíferos marinos están presentes	Reforzar la vigilancia y remitir propuestas	10-31
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	15. Hincado de pilotes	Hincado de pilotes	Lecho marino rocoso.	Mensualmente durante construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	Se debe encontrar despidada de fauna la zona de trabajo	Realizar el rotiro de fauna previo a las actividades que no se haya retirado.	10-31



*Alfonso Villalón*

Ing. Alejandro Alís, Apoderado Legal, Energija del Pacífico Ltda. de C.V.





Tabla 10.53 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retoolimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Atenuación 15. Plan de Iluminación de Terminal Marítima y Muelle Temporal	Iluminación en el embarcadero	Embarcadero	Mensualmente construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	La iluminación no debe ser dirigida al agua de mar	Corregir la dirección de la iluminación	10-35
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención 16. Medidas para Reducir la Turbidez and Biomonitorio de Ostras	Turbiedad en el agua y metalúrgica en otras	Zona del embarcadero de construcción fuera de las cortinas y bancos de ostras	La turbidez Semanal biomonitorio en otras cada dos meses	material de obra y análisis en laboratorio	EDP	La turbidez debe cumplir con 75NTU promedio 30 días y 100NTU promedio 7 días; Metales en ostras no deben estar por encima de la línea de base (primera medición antes de obras)	Mejorar las medidas para control de sedimentación	10-36
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención 17. Plan de Gestión Ambiental y Social	Corroborar información de la población sobre el proyecto y conflictos que se presenten	Registro de reuniones y quejas	Mensual	Revisar quejas y su resolución	EDP	Verificar que se ha dado información del proyecto y resolución de conflictos	Mejorar los medios de atención de quejas	10-38
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención 18. Seguridad en mar abierto	Incidentes y accidentes	Alrededor de la construcción del embarcadero	Mensual	Revisar la estadística de accidentes y la causa de ellos	EDP	Revisar la causa de accidentes	Instalar medidas para prevenir accidentes y mejorar la coordinación	10-40
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención 19. Plan de Tráfico	Quejas de la población	Oficina de comunicaciones	Mensual	Revisar si hay alguna queja de la comunidad o accidentes relacionados con el tráfico	EDP	Revisar la causa de la queja o accidente	Mejorar la capacitación a personal a cargo del transporte de materiales o equipos	10-41
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención/atenuación 20. Empleo de Trabajadores locales	Numero de personas de la comunidad contratado para el proyecto	Oficina de comunicaciones	Mensual	Revisión de Estadísticas de las personas contratadas para el proyecto	EDP	Compare la actual contratación con el objetivo del 100% de trabajadores no cualificados del área local	Mejorar el mecanismo para la contratación de personal para incorporar a más personas de Acajutla	10-42
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención 21. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio	Tiendas informales alrededor del sitio del proyecto	En el perímetro de la zona del proyecto	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	No deben instalarse tiendas	Mejorar las medidas con los trabajadores	10-43
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Prevención/atenuación 22. Barrera de seguridad de tubería	Presencia de barrera	Costa en el pasillo para la tubería	Mensual	Inspección del sitio y registro fotográfico	EDP	La barrera debe ser instalada correctamente	Instalar la barrera, si no se instala correctamente o faltan piezas	10-44
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Compensación 23. Compensación a artesanos y Pescadores	Instalación de winche, en el muelle artesanal, artefactos artificiales y PDAs	Muelle artesanal	6 meses y 1 año después de finalización de la instalación	La inspección del sitio y registro fotográfico Entrevista para verificar la eficacia de la FAD	EDP	El cabrestante debe ser instalado. Se deben instalar los FAD y Artefactos	Instalar el equipo...	10-45

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

*Mano firmada*

Ing. Alejandro Allic, Apoderado Legal, Energía del Pacifico Ltda. de C.V.





Tabla 10.58 - Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación de los Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	24. Construcción y sistemas de tratamiento de aguas residuales	Programa de compensación para pescadores independientes	N/A	Antes de comenzar el programa para establecer la línea de base, luego 6 meses, 1 año y 2 años después de la finalización del programa de compensación	Entrevistar a cada pescador independientemente sobre el estado de su medio de vida	EDP	Comparar sustento a los valores de línea base	Proporcionar asistencia a todos los pescadores cuyo sustento se empobre como resultado del proyecto	10-44
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	24. Construcción de aguas residuales	Análisis de la calidad del agua: DBO5, DOO, pH, Aceites y Grasas, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendedos Totales, Coliformes Totales (CT)	Punto de salida de efluente de planta de tratamiento	Trimestral (4 veces por año)	Las muestras individuales sometidas a análisis analíticas de laboratorio siguiendo los estándares NSO aplicables.	EDP	NSO 13.49.01.09, DBO5 60 mg/L, DOO 60 mg/L, pH, grasas y aceites 20 mg/L, sólidos sedimentables 1 mg/L, sólidos suspendidos totales 60 mg/L, Temperatura 20-35 °C, cloruros (reportar, no hay normal), caudal (punto "a" o "b")	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación	10-46
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	25. Separador agua aceite	Muestreo de la calidad del agua: el aceite y grasa e hidrocarburos	Antes de descarga en canal de CEPA	Trimestral (4 veces al año)	Muestras individuales para su análisis analítico de laboratorio	EDP	Comparación los criterios de calidad del agua de superficie aplicable. Grasa y Aceites 20 mg/L, no debe haber presencia de hidrocarburos	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación	10-52
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	26. Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia	Inundación	Características de manejo de agua superficial	Semanal durante la temporada de lluvias - mensualmente durante estación seca	La inspección visual del sistema de gestión de las aguas pluviales para comprobar la capacidad e integridad, y cualquier evidencia o riesgo de inundaciones y erosión	EDP	Comparación con las especificaciones de diseño del sistema	Si las inspecciones indican un riesgo de inundación o erosión tomar acciones correctivas	10-55
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	27. Sistema de Protección contra Incendios	Rotación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos	EDP	Los equipos deben de operar de acuerdo a las especificaciones de los mismos	Reemplazo de equipos defectuosos	10-57
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	28. Sistema de Detección de Fugas	Instalación de todos los equipos y prueba de funcionamiento	Patios de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos	EDP	Los equipos deben de operar de acuerdo a las especificaciones de los mismos	Reemplazo de equipos defectuosos	10-58
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	29. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo	Caudal de extracción, niveles piezométricos y parámetros que indiquen intrusión salina	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas, situadas hacia arriba y abajo del gradiente del pozo y pozo de proyecto	Trimestral (4 veces al año)	Muestras individuales presentadas para su análisis analítico de laboratorio	EDP	Comparación a las condiciones de línea de base	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada al proyecto deben tomarse medidas correctivas para evitar una mayor contaminación e investigar las medidas correctivas necesarias.	10-59



*Alfonso*

Ing. Alejandro A. Le. Apodiferrado Legal, Energa del Pacífico Ltda. de C.V.



Tabla 10.59 – Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapas de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 30. Minimización de Vectores de Enfermedades	Presencia de larvas de mosquito	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de agua estancada (por ejemplo, un estanque de aguas pluviales) sitio en general</li> </ul>	2 veces por semana (pueda ser reducido en la estación seca)	Inspección visual	EDP	Presencia del hábitat de reproducción de la presencia de larvas en el agua	Eliminar el hábitat de reproducción siempre que sea posible. De lo contrario, si las larvas persisten tratar con larvicida	10- Página 65
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 31. Minimizar la afectación al hábitat marino	Establecimiento del plan de equipamiento del Centro de Rescate de Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminal Marítima Muelle Temporal</li> <li>Vivienda cercana a la costa</li> </ul>	Durante construcción en el mar	Inspección	EDP	Verificar afectación de hábitat marino	Establecer procedimientos o mejoras a los mismos o reforzar procedimientos establecidos que se apliquen correctamente	10- Página 66
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 32. Centro de rescate de fauna	Instalación y equipamiento del Centro de Rescate de Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vivienda cercana a la costa</li> </ul>	Trimestral (4 veces al año)	Inspección en el sitio	EDP	Operatividad del Centro de Rescate de Fauna	Definir capacidad de asistencia. En caso fuese necesario, identificar centros de rescate alternativos	10- Página 69
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 33. Reubicación de fauna marina	Informe de recorrido de reconocimiento y registros de reubicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sitio de ubicación de muelle temporal y muelle permanente de soporte de tubería. Los ejemplares serán trasladados al ANP Los Cabaños.</li> </ul>	Durante construcción en el mar	Verificación de informe de recorrido de reconocimiento y registros de reubicación	EDP	Identificación de ejemplares que requieren ser reubicados a través de recorrido de reconocimiento	En caso se identificaran en el área de intervención biota marina (babosas marinas, erizos de mar, caracoles, entre otros) y rocas con cobertura algal, en el recorrido de reconocimiento, reubicar	20- Página 72
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 34. Monitoreo de corales	Corales individuales y coloniales: registro de herbivoria, % de blanqueamiento, hábitat, especies que lo o los rodean, cobertura de arena o todo) perímetro, diámetro y altura. Corales blanchos: Tamaño de la base, ancho y altura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punto de barcos hundidos (tres sitios de 100 m2 cada uno)</li> </ul>	Previo inicio de trabajos en el mar, previo inicio de actividades de dragado, Durante actividades de dragado, Al finalizar actividades de dragado	Verificación de informes de monitoreo y registro fotográfico	EDP	Identificación de alteraciones, respecto a la línea base	Comparación de resultados respecto a la línea base	30- Página 73
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 35. Evaluación detallada de riesgo y plan de contingencia	Establecimiento del plan de contingencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Central Terminal Marítima</li> </ul>	Y 1 vez previo al inicio de fase de operaciones.	Verificar que el plan esté establecido, coordinación con autoridades y entrenamiento a empleados	EDP	El plan deberá contener todos los aspectos establecidos en el capítulo 9	Completar o justificar lo que haga falta	40- Página 74



*Alejandro Altir*

Ing. Alejandro Altir, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.







Tabla 10.58 - Programa de Monitoreo, Etapa de Construcción

Etapa de Ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultados	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 36. Sistema de alerta de tsunami	Instalación de instrumentos de medición sísmica, acceso a información sísmológica nacional y árbol de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrada de Control de Terminal marítimo, instrumentos de medición sísmica instalados en tierra en el sitio del proyecto</li> </ul>	1 vez previo al inicio de fase de operaciones.	Registro de compra e instalación de instrumentos de medición sísmica y árbol de decisión	EDP	Árbol de decisión, vinculado al plan de contingencias	Plan de contingencias robustecido	Página 77
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 37. Instalación de válvula de aislamiento	Instalación de válvula ESD	Entrada de tubería en tierra.	1 vez previo al inicio de fase de operaciones.	Registro de compra e instalación de válvula	EDP	Definición de los tiempos de respuesta de la válvula de aislamiento	Ajuste de estudios de riesgo posteriores conforme especificaciones de la válvula	Página 78
Preparación del Sitio, Construcción y Cierre	Preventivo 38. Medidas para sitio de disposición de material de dragado	Turbidez	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sitio de disposición de material de dragado, puntos de muestreo inicial</li> </ul>	Diario durante los 18 días de dragado	Mediante equipo turbidímetro en el sitio	EDP	La turbidez debe cumplir con 75NTU promedio 30 días y 100NTU promedio 7 días	Reducir velocidad de descarga hasta lograr el parámetro establecido	Página 81



*[Handwritten signature]*

Ing. Alejandro Alfo, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.









Tabla 310.51 - Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Construcción

Etapas de Ejecución	Medida ambiental	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3												AÑO 4				Monto Calculado de la Medida Ambiental					
		MESES/AÑO 1												MESES/AÑO 2												MESES/AÑO 3												MESES/AÑO 4									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4						
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	19. Plan de Tráfico																																											\$	808.89	\$	1,820.00
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	20. Prevención/ atenuación de Empleo de Trabajadores locales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	\$	8,500.00	\$	25,500.00		
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	21. Prevención de tiendas informales alrededor del sitio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	\$	233.33	\$	700.00		
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	22. Barrera de seguridad de tubería																																										\$	8,822.00	\$	8,822.00	
Preparación de sitio	23. Compensación Pescadores Preventivo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	\$	55,650.90	\$	55,650.90		
Construcción, Cierre	24. Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales																																										\$	126,262.00	\$	126,262.00	
Construcción, Cierre	25. Separador agua-aceite Preventivo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	\$	16,480.00	\$	16,480.00			
Preparación de Sitio, Construcción, Cierre	26. Tanque sedimentador / amortiguador para lluvia Preventivo																																										\$	15,000.00	\$	15,000.00	
Construcción, Cierre	27. Sistema de Protección contra incendios Preventivo																																										\$	119,295.00	\$	119,295.00	

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

Vijaya M

Ing. Alejandro Aliz, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.









**IX. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO**

Tabla 10.75 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Quema de NG para producir energía en los motores	Emissiones a la atmósfera	Prevención 1. Monitoreo de Emisiones	Realizar mediciones de emisiones cada año durante los tres primeros años, instalar un PEM (monitoreo de predicción de emisiones) y medir calidad del ambiente para el caso de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), por 20 días continuo.	Chimeneas de 4 motores seleccionadas al azar y Oficina de comunicaciones (aire ambiente)	EDP	\$32,000.00	Anual	Emissiones e imisiones por debajo de los estándares de referencia
Operaciones	Quema de NG para producir energía en los motores	Ruido	Prevención 2. Monitoreo de Ruido	Medir los niveles de ruido realizar durante tres años, anualmente. O más si se reciben mayores cambios en los equipos / operaciones que pudieran producir incremento de ruido.	El ruido debe ser monitoreado en puntos de línea base y en el límite de propiedad de la planta	EDP	\$3,000.00	Anual	El ruido en las zonas residenciales deberá ser menor a 55 dB(A) durante el día y no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base, en la noche: L1 50 dB(A), L2 54 dB(A), L3 56 dB(A) y L4 45 dB(A), 70 dB(A) en lindero de propiedad.
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, residuos y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: <ul style="list-style-type: none"> <li>La contaminación del medio ambiente (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina)</li> <li>La exposición de los trabajadores a materiales tóxicos e irritantes</li> <li>Posible contaminación de la cadena alimenticia humana (por la contaminación del agua marina)</li> </ul>	Prevención 3. Equipo de Protección personal y de derrames	Utilizar las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrellevar y protección contra derrame</li> <li>Etiquetado y control de inventario</li> <li>El uso de contenedores secundarios</li> <li>Materiales incompatibles almacenados en lugares separados</li> <li>Materiales de respuesta contra derrame y limpieza de fácil acceso (en tierra y zona marina)</li> <li>Equipo de protección personal disponible</li> </ul>	Toda la planta y terminal	EDP	\$9,860.00	Duración de la operaciones	Bajo riesgo de contaminación significativa del medio ambiente como resultado de las operaciones  Bajo riesgo de exposición significativa de los trabajadores o de la cadena alimenticia humana o materiales peligrosos
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de las materias primas, residuos y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: <ul style="list-style-type: none"> <li>La contaminación del medio ambiente, (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina)</li> <li>La exposición de los trabajadores a sustancias tóxicas o irritantes</li> <li>La posible contaminación de la cadena alimenticia humana (de la contaminación del agua marina)</li> </ul>	Prevención 4. Entrenamiento en medio ambiente, higiene y seguridad	Brindar capacitación en medio ambiente, higiene y seguridad para los trabajadores adecuados a su función y posición Preparación formación avanzada para los trabajadores encargados de la gestión de materiales peligrosos	Sitio del proyecto	EDP	\$3,000.00	Durante operaciones	Todos los trabajadores recibirán una formación adecuada para el manejo y gestión de materiales peligrosos



Ing. Alejandro Altier, Abogado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.



**Tabla 10.75 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación**

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Almacenamiento, manejo, uso y eliminación de los materiales, primas y desechos peligrosos	Vertido accidental de materiales peligrosos en el lugar con potencial para: • La contaminación del medio ambiente, (suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, el agua marina) • La exposición de los trabajadores a sustancias tóxicas o irritantes • La posible contaminación de la cadena alimenticia humana (de la contaminación del agua marina)	Prevención 5. Planes y procedimientos medioambiente, higiene y seguridad	Utilizar las Mejores Prácticas de la Industria Internacional para la manipulación, almacenamiento, uso de materiales peligrosos, incluyendo: • Equipar a los trabajadores con equipo de protección personal disponible • Rotar, sobretendido y protección de derrame • Señalización, etiquetado y control de inventario • Uso de la contención secundaria • Materiales incompatibles almacenados en lugares separados • Material de rescate y limpieza de derrames disponibles • Extintores disponibles	Zonas de almacenamiento de Materiales Peligrosos	EDP	\$13,140.00	Durante operaciones	Bajo riesgo de contaminación significativa de los medios de ambiente como resultado de las operaciones Bajo riesgo de exposición de la cadena alimenticia humana por materiales peligrosos
Operaciones	Entrega de GNL Movimientos del FSU Presencia física de las instalaciones Actividades Operaciones Generales	seguridad potencial para los pescadores artesanales y el público navegante en general La relación general con público y los interesados	Prevención 6. Relación con la comunidad	Continuar Programa de Enlace con la Comunidad iniciado durante la construcción, incluyendo: • folletos de seguridad para pescadores y navegantes y para las escuelas • reuniones de seguridad • Respuesta a las quejas presentadas por los interesados	No aplica	EDP	\$33,750.00	Divulgación de seguridad completa antes de las operaciones. Enlace y asistencia con el programa según sea necesario durante las operaciones	El conocimiento generalizado de los riesgos de seguridad marítima, seguridad de la navegación y el comportamiento de la navegación, y el peligro de la entrada no autorizada. Todas las quejas deben ser legítimamente dirigidas Eliminar iluminación innecesaria
Operaciones	Operaciones Generales	La iluminación artificial en el embarcadero y cerca de la costa puede afectar el comportamiento de la fauna marina, incluyendo tortugas	Atenuación 7. Plan de Iluminación del muelle	Aplicar el Plan de Gestión de Iluminación: • Reducir la iluminación en áreas no esenciales, en particular durante los períodos críticos de tiempo de ciclo de vida (por ejemplo, de anidación de tortugas) • Utilizar protecciones para dirigir la luz a las áreas que requieran iluminación • La luz directa lejos del agua	Áreas de operación sobre el mar	EDP	\$5,000.00	Durante operaciones	Los trabajos de restauración serán emprendidos por FIAES Ambiental de El Salvador compensará por la pérdida local del hábitat
Operaciones	Desarrollo	La pérdida de hábitat y el aumento de la fragmentación del hábitat	Compensación 8. Mantenimiento a reforestación y Apoyo a FIAES	Mantenimiento: • El pago de \$696,440.34 a FIAES para su uso en obras de mejoras y protección del medio ambiente en El Salvador	• Las áreas identificadas por FIAES	EDP	\$0.00	Durante 17 años	Los trabajos de restauración serán emprendidos por FIAES Ambiental de El Salvador compensará por la pérdida local del hábitat



*Uplink*

Ing. Alejandro Añib, Apoderado Leg.º, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.



Tabla 10.75 – Programa de Manejo Ambiental Etapa de Operación

Fase de Ejecución	Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto Ambiental Generado	Medida Ambiental	Descripción de la Medida Propuesta	Ubicación de la Medida Ambiental	Responsable de su Ejecución	Monto Calculado de la Medida Ambiental	Momento de su Ejecución	Resultado Esperado
Operaciones	Monitoreo de medidores de agua y características físico químicas.	La disminución de caudal de agua y contaminación por intrusión salina.	Prevención 9. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo	Monitoreo de caudales de agua del pozo de abastecimiento de agua potable. Monitoreo de parámetros físico químicos del agua extralida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pozo de extracción de agua</li> <li>Pozos de monitoreo</li> </ul>	EDP	\$ 3,600.00	Durante tiempo de operación, explotación del pozo.	Se mantendrá con el nivel adecuado el caudal del agua subterránea y la calidad de la misma.
Operaciones	Operación del FSU, FSRU	Riesgo al público y a las instalaciones	Prevención 10. Adquisición de remolcador	Adquisición de dos remolcadores para facilitar la salida del FSU de la terminal marítima en situaciones de emergencia u otras.	Terminal Marina	EDP	\$ 10,000,000.00	Durante tiempo de operación,	Desplazamiento efectivo del FSU
Preparación del sitio, Construcción y Cierre	Actividades generales de construcción-mar adentro	Perturbación de hábitat marino	Atenuación 11. Centro de rescate de fauna	Instalar un centro de rescate de fauna marina en colaboración con el MARN para recuperación de animales marinos que pudiesen resultar afectados durante la construcción del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vivienda cercana a la costa</li> </ul>	EDP	\$21,600.00	Durante las actividades de funcionamiento	Animales varados o enfermos asistidos. Perturbación minimizada a los hábitats marinos
<b>Total</b>							<b>\$10,121,950.00</b>		

ENERGIA DEL PACIFICO, LTDA. DE C.V.

UJA VI

Ing. Alejandro Aile, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.



**X. PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARA LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO**

Etapa de Ejecución	Módulo Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsable e Monitoreo	Interpretación del Resultado	Retrosalamentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	Prevención 1. Monitoreo de Emisiones	NOx, PT5, O2, CO, CO2; Flujo de los gases; Composición; Producción (MW) emisiones; al iniciar operaciones, los dos años siguientes solo muestreo de NOx. Monitoreo predictivo de emisiones	Muestreo en puerto en chimenea de 4 motores escogidos al azar.	Anualmente por los primeros tres años; Después, durante la vida del proyecto, si los resultados son favorables, el monitoreo será realizado cada tres años. Continuos	Método Isocimético, Métodos de la EPA Equipo PEM	EDP	Comparación al Proyecto Límites de Emisión Guía Bancos Mundial, 200 mg/Nm <sup>3</sup>	Realizar diagnóstico y mantenimiento para cualquier motor que esté emitiendo exceso de concentraciones de NOx	Página 10-108
Operación	Prevención 2. Monitoreo de Ruido	Concentraciones a nivel del suelo de NO2 (Fuera del sitio) El ruido ambiental, incluido el ruido de baja frecuencia	Fuera de las instalaciones, sitio de monitoreo permanente En los cuatro puntos en zonas residenciales cercanas, utilizados para la línea base y en lindero	Continuos 20 días por un año Anual y posteriormente solamente si se reciben quejas de la población	Según NSO 13.11.01.01, Tabla 1, analizador electroquímico o similar Monitoreo a realizar de acuerdo al estándar internacional 9613-2 Acústica	EDP	Comparación NSO 13.11.01.01, Límites de Nitrógeno: 150 µg/Nm <sup>3</sup> , para 24 horas El ruido en las zonas residenciales deberá ser menor a 55 dB(A) durante el día y no mayor de 3 dB(A) del ruido medido en la línea base, en la noche: L3 50 dB(A), L2 54 dB(A), L3 56 dB(A) y L4 45 dB(A), 70 dB(A) en lindero de propiedad.	Realizar diagnóstico y mantenimiento para cualquier motor que esté emitiendo exceso de NOx Aplicar medidas para reducir la concentración en el aire ambiente	Página 10-108
Operación	Prevención 3. Equipo de Protección personal y de derrames	Instalación de todos los equipos y pruebas de funcionamiento	Pisos de tanques, rack de carga y planta envasadora	Semestral	Informe de operaciones de los equipos, mantenimiento preventivo e inventario de equipo de derrames y contención	EDP	Mantenimiento preventivo e inventario de equipo de derrames y contención	Reemplazo de equipos defectuosos	Página 10-115
Operación	Prevención 4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y Seguridad	Registros de capacitaciones y accidentes	En oficinas al personal	Semestral	Entrevistas a personal	EDP	Prevenir daño a las personas, infraestructura y medio ambiente	Actualización de los temas de las capacitaciones	Página 10-117
Operación	Prevención 5. Planes y Procedimientos medioambiente, higiene y Seguridad	Depósitos para desechos sólidos y manejo de materiales peligrosos	Sitio de acopio de desechos	Mensual	Inspección visual y reporte fotográficos	EDP	Prevenir la contaminación del suelo y agua	Asegurar desdiseño y disposición final adecuada y buen uso de letrinas	Página 10-118
Operación	Prevención 6. Relación con la comunidad	Corroborar la información de la población sobre el proyecto y conflictos que se presenten	Registro de reuniones y quejas	Mensual	Revisar quejas y su resolución	EDP	Verificar que se ha dado información del proyecto y resolución de conflictos	Mejorar los medios de información a la población y la atención de quejas	Página 10-119

Ing. Alejandro Albe, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.  






**Tabla 10.76 – Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones**

Etapas de Ejecución	Medidas Ambientales	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a Utilizar	Responsabilidad del Monitoreo	Interpretación del Resultado	Reorientación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	Atenuación 7. Plan de Iluminación del muelle	Illuminación en el embarcadero	Embarcadero	Mensual durante construcción	Inspección visual y registro fotográfico	EDP	La iluminación no debe ser dirigida al agua de mar	Corrija la dirección de la iluminación	Página 10-118
Operación	Compensación 8. Reforestación y Apoyo a FIAES	Número de especies plantadas, registro donación	Áreas verdes del terreno	Mensual	Cumplimiento convenio FIAES/IAES	EDP	Compensación por tala de árboles	Cuidos y mantenimiento	Página 10-119
Operación	9. Adquisición de remolcadores	Número de remolcadores	Terminal Marina	Anual	Inspección visual, Contratos, Registros de adquisición	EDP	Capacidad de respuesta ante emergencias	Mantenimiento y disponibilidad de remolcadores	Página 10-122
Preparación del Site, Construcción y Cierre	10. Centro de rescate de fauna	Instalación y equipamiento del Centro de rescate de Fauna	Vivienda cercana a la costa	Anual	Inspección on el sitio	EDP	Operatividad del Centro de Rescate de Fauna	Definir capacidad de asistencia. En caso fuese necesario identificar centros de rescate alternativos	Página 10-122
Operación	11. Equipo de monitoreo de Caudal del Pozo y Pozos de monitoreo	Agua de pozos	Agua de pozo de extracción y pozos de monitoreo	Semestral (2 veces al año) para parámetros físico químicos. Mensual (12 veces al año) inspección de piezómetros.	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01:01	EDP	Comparación con las condiciones de línea base y los criterios de calidad del agua	Si el monitoreo detecta intrusiones proyecto debe revisar el consumo y buscar fuentes alternativas	Página 10-123
Operación	12. Calidad de agua superficial	Aceites y Grasas, Hidrocarburos	Puntos de descargas de agua residuales, previo a su descarga	Trimestral (4 veces por año)	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con la normativa	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada con el proyecto, entonces tome medidas correctivas para detener la contaminación adicional e investigue la necesidad de medidas correctivas	No aplica
Operación	13. Calidad de agua de efluentes de sistema de tratamiento de agua residual doméstica	BOD, S, COD, pH, Aceites y Grasas, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendedos Totales, Coliformes totales (CT)	Agua residual doméstica de planta de tratamiento de Central Térmica, FSU y FSRU.	Trimestral (4 veces por año)	Análisis en laboratorio método según NSO 13.11.01: 01	EDP	Comparación con la normativa	Si el monitoreo detecta contaminación relacionada con el proyecto, entonces tome medidas correctivas para detener la contaminación adicional e investigue la necesidad de medidas correctivas	No aplica
Operación	14. Presencia de vectores de enfermedades	Presencia de larvas de mosquito	Áreas de agua estancada, como estanques de agua pluvial y el sitio en general	2 veces por semana durante la estación lluviosa. Mensual durante estación seca	Inspección visual	EDP	Presencia del hábitat de reproducción, presencia de larvas en el agua	Si se detectan larvas se deben tomar acciones correctivas para solucionar el problema	No aplica

ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD. DE C.V.

[Firma]

Ing. Alejandro Aliz, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.



Tabla 10.76 - Programa de Monitoreo Etapa de Operaciones

Etapa de ejecución	Medida Ambiental	Parámetros a Considerar	Lugar o Punto de Monitoreo	Frecuencia del Monitoreo	Método a utilizar	Responsable del Monitoreo	Interpretación del Resultado	Retroalimentación	Referencia en el Texto de la Descripción del Impacto
Operación	15. Fauna Marina	Presencia de biota marina dentro del rompeolas de la terminal. Cantidad y tipo de peces atrapados	Terminal marítima	Semanal por un año y mensual después del primer año	Inspección visual	EDP	Un número significativo de especies, en particular aquellas consideradas significativas, no deben quedar atrapados dentro del rompeolas ni ser capturadas a través de la ingesta de agua. No debe ser mayor a 5°C de la temperatura del cuerpo receptor	Sustituir la rejilla en las aberturas de los rompeolas y en las aberturas de toma del agua, consideración de pañallas de desplazamiento si es necesario	No aplica
Operación	16. Descarga de agua de FSU y FSRU	Temperatura	Puntos de descarga de agua	Mensual	Sensor de temperatura	EDP		Tomar acciones correctivas para reducir la temperatura, previo a la descarga	No aplica

ENERGIA DEL PACIFICO,  
 LTDA. DE C.V.

*Alfredo Vb*

Ing. Alejandro Albe, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.





**XI. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN PARA LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO**

**Tabla 10.77 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación (Años 1-3)**

Etapas de Ejecución	Medida Ambiental	Tiempo de Ejecución (Trimestres desde Inicio de Operaciones)												Monto Estimado de la Medida Ambiental				
		AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11		12			
Operaciones	Prevención 1. Monitoreo de Emisiones																	\$33,000.00
Operaciones	Prevención 2. Monitoreo de Ruido																	\$3,000.00
Operaciones	Prevención 3. Equipo de Protección personal y de derrames																	\$9,860.00
Operaciones	Prevención 4. Entrenamiento en medioambiente, higiene y seguridad																	\$3,000.00
Operaciones	Prevención 5. Planes y procedimientos medioambientales, higiene y seguridad																	\$13,140.00
Operaciones	Prevención 6. Relación con la comunidad																	\$33,750.00
Operaciones	Atenuación 7. Plan de Iluminación del muelle																	\$1,000.00
Operaciones	Compensación 8. Mantenimiento a reforstración y Apoyo a PIAR'S																	\$0.00
Operaciones	Prevención 9. Equipo de monitoreo del caudal del pozo y pozos de monitoreo																	\$3,600.00
Operaciones	Prevención 10. Adquisición de remolcadores																	\$10,000,000.00
Operaciones	Atenuación 11. Centro de rescate de fauna																	\$21,600.00
<b>MONTO TOTAL DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE OPERACIONES</b>																		
<b>\$10,321,950.00</b>																		



**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD. DE C.V.**

*[Handwritten signature]*

Ing. Alejandro Alfé, Abogado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.

Tabla 10.78 – Cronograma de Ejecución del Programa de Manejo Ambiental, Etapa de Operación (Años 4-17)

Actividades	Años	COSTO ESTIMADO
Compensación		\$0.00
Mantenimiento de revegetación y apoyo a FIAES		\$0.00
<b>MONTO TOTAL DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE OPERACIONES</b>		

**ENERGIA DEL PACIFICO,  
LTD. DE C.V.**

*Mano firmada*

Ing. Alejandro Alie, Apoderado Legal, Energía del Pacífico Ltda. de C.V.



## **XII. CONDICIONES DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO PARA LA ETAPA DE UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN**

### **Sobre el Alcance del Permiso Ambiental de Ubicación y Construcción**

1. El Permiso Ambiental de Ubicación y Construcción, se apegará a lo establecido en el Artículo 20 de la Ley del Medio Ambiente, por lo que será válido, mientras dure la construcción de la obra física, y por ende no otorga el Derecho al titular del proyecto para iniciar el funcionamiento del mismo.
2. Debe presentar informes anuales sobre el cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental y las Condiciones de Cumplimiento Obligatorio.

### **Sobre el Alcance del Proyecto**

3. El sistema de enfriamiento para la turbina de vapor y de los motores a instalarse debe ser por medio de radiadores.
4. La Unidad de Almacenamiento Flotante (FSU) debe tener una capacidad de carga máxima de 140,680 m<sup>3</sup> de GNL.
5. La Unidad de Regasificación y Almacenamiento Flotante (FSRU) tendrá una capacidad de producción de 280 millones de pies cúbicos por día (MMSCFD) de gas natural y una capacidad de almacenamiento buffer máxima de 100,000 m<sup>3</sup> de GNL.
6. Los buques carguero de gas natural licuado (LNGC) deben capacidades entre los 136,000 m<sup>3</sup> y 180,000 m<sup>3</sup>.
7. La línea de transmisión está fuera del alcance de este proyecto.

### **Sobre la Gestión en el Plantel Temporal**

8. El material producto de la demolición será acopiado en el lugar y llevado a un sitio autorizado para su disposición final.
9. Las áreas destinadas al almacenamiento de materiales granulares, deberán contar con barreras apropiadas que impidan su arrastre por acción del agua lluvia o del agua de escorrentía.

### **Sobre las Emisiones Atmosféricas**

10. Para la evacuación de los gases de escape de los motores-generados, se debe instalar en cada uno un silenciador y chimenea. Las chimeneas tendrán un diámetro de 1.6 m y una altura de 50 m.
11. El sistema de manejo de gases de escape, debe tener dos módulos de seis chimeneas agrupadas, un módulo de cuatro chimeneas y uno de tres chimeneas, para mejorar la dispersión de gases de escape.

### **Sobre el Manejo de Aguas Lluvias**

12. Deben contruirse dos estanques de detención para aguas lluvias. El estanque de retención para el resto del terreno sin la subestación eléctrica debe tener una capacidad de 2,545 m<sup>3</sup>, mientras que el estanque de retención para la subestación, debe tener una capacidad para 268 m<sup>3</sup>.
13. El sistema de aguas lluvias debe canalizarse hacia el sistema de manejo de CEPA.

### **Sobre el Manejo de Desechos Sólidos**

14. Los desechos de la construcción serán manejados separadamente, de acuerdo a lo indicado en la tabla 7. Manejo de los desechos sólidos en la etapa de construcción.



15. El área de talleres y depósitos, deberá disponer de sistemas de recolección de desechos sólidos y de drenaje adecuados para conducir las aguas lluvias.

#### **Sobre el Manejo de Materiales Peligrosos**

16. Se tendrá un tanque de combustible (diésel) aéreo con una capacidad máxima de 1,000 galones, con su berma de contención, arena para contención de derrames, wipes, listado de hojas de seguridad de materiales y fuente de lavado de ojos.
17. No se podrá dar mantenimiento mayor ni se podrá ejecutar cambios de aceite, a vehículos, equipos y/o maquinaria pesada en el sitio del proyecto.
18. Los sitios donde se almacenen aceites lubricantes y combustibles serán impermeabilizados y drenarán hacia trampas de grasas y aceites.
19. Las mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua, deberán ser manejados y dispuestos conforme a lo establecido en el Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos.
20. Para el control de derrames de sustancias químicas inflamables y combustibles se debe disponer de material inerte en el emplazamiento, para acciones de limpieza.
21. Debe realizar pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento de lubricantes, combustibles y tuberías de transporte.

#### **Sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario**

22. Se debe instalar un inodoro por cada 25 trabajadores o menos en los frentes de trabajo

#### **Sobre el Sistema contra Incendios en la Central Térmica**

23. Debe instalar un tanque de agua de proceso y del sistema contra incendios, de 15 m de diámetro, con capacidad para 1,500 m<sup>3</sup> y casa para bombas del sistema contra incendios.

#### **Sobre la Flora y Fauna Terrestre**

24. La medida "Revegetación en terrenos del Proyecto", se realizará en los terrenos indicados en la figura 15.
25. La medida "Revegetación en terrenos del Proyecto", debe considerar la siembra de por lo menos 25 individuos de Sterculia apétala (castaño) y 25 individuos de Maclura tinctoria (palo de mora).

#### **Sobre la Ubicación de la Terminal Marina**

26. La ubicación de la tubería, del rompeolas con el FSRU, la ubicación del FSU de la Terminal Marítima deben considerar los siguientes factores: a) Proveer un mínimo de 600 m de distancia de separación entre el muelle existente de CEPA y las instalaciones en el mar del Proyecto (FSU, buques tanques y rompeolas); b) Mantener un mínimo de distancia de separación de 500 m entre el Proyecto y las instalaciones de CENERGICA; c) Evitar las tuberías de CENERGICA localizadas al norte; y d) Tener una adecuada profundidad de agua para maniobra segura y amarre de FSU y buques LNGC que visitarán el sitio.

#### **Sobre la Tubería de Gas Natural**

27. La instalación de la tubería de gas natural no debe modificar la estructura natural del acantilado.
28. El tubo vertical de la tubería ubicado en el extremo terrestre del caballete debe estar protegido contra el contacto accidental de los buques a pequeños.
29. El muelle temporal debe instalarse de forma paralela a la línea del muelle tipo caballete para la tubería de gas natural, alejado no más de 25 m de distancia del alineamiento de la tubería.



### **Sobre las medidas de control por el dragado de sedimento marino**

30. No se deben realizar trabajos de dragado o excavación para el hincado de pilotes, durante la instalación del muelle.
31. El sitio de disposición final del material de dragado está ubicado en las coordenadas geográficas 13.60 N 89.99 O.
32. Si se detectan criterios de turbidez que superen los límites de referencia, se debe detener temporalmente o reducir la actividad de dragado.
33. Los puntos de monitoreo de turbidez serán en los sitios M1 en coordenadas 13°35'3.10"N y 89°50'42.35"O y M3 en coordenadas 13°35'1.49"N y 89°50'42.19"O. El biomonitoreo se realizará en bancos de ostras en el lugar denominado como La Pedrera.

### **Sobre los Sistemas de Control de la Terminal Marítima de Gas Natural**

34. Se debe instalar un sistema de conectores de comunicaciones de liberación rápida, para la liberación de las conexiones entre el FSU y la Terminal Marítima en caso salida del FSU por alguna condición climática o de emergencia.
35. Se deben instalar los sistemas de monitoreo de presión, temperatura y volumen de tanques; Detección de incendio y fugas de gas; Sistema ESD; y Control de brazos de carga.
36. Se deben instalar los sistemas de apagado de emergencia; de detección de fuego y fugas; de gas de Control de Incendios; descritos en la sección 4.27 de este Dictamen

### **Sobre la Flora y Fauna Marina**

37. No se debe alterar ninguna de las zonas en las que se han identificado corales blandos (Ver figura 17), ni otras zonas en las que se identifiquen estas especies durante la construcción del proyecto.
38. El plan de gestión del ruido, para minimizar el riesgo de lesión de los Mamíferos Marinos por la cimentación de pilotes, debe incluir: Identificar y comunicar una zona de amortiguamiento segura para pescadores y buzos; Considerar el uso de técnicas de bajo ruido para hincado (como martillo vibratorio y cortina de burbujas); Búsqueda (previa al hincado de pilotes), de buzos y mamíferos marinos en la zona de mitigación; Retardar el inicio de las actividades de hincado de pilotes, si buzos o mamíferos marinos fueron detectados dentro de la zona de mitigación; Arranque suave de la maquinaria para los trabajos, y protocolo de reinicio después de los descansos (para introducir de forma gradual la nueva fuente de sonido).

### **Sobre la compensación a pescadores**

39. La ubicación de los dispositivos agregadores de peces (FAD) será en el sitio con coordenadas 13°20'42.34" N 88°58'26.99" O y 13° 20'46.55" N 88°58'34.31" O

### **Sobre el Protocolo de Pruebas**

40. Previo otorgamiento del Permiso Ambiental de Funcionamiento, se debe ejecutar un Protocolo de Pruebas, para verificar la efectividad de las medidas ambientales de la etapa de funcionamiento. El titular deberá remitir una propuesta de programación de actividades, las cuales deberán tener el visto bueno de este Ministerio para su ejecución.
41. El titular deberá presentar los resultados del Protocolo de Pruebas, a través del cual este Ministerio evaluará y verificará la efectividad de las medidas ambientales, conforme a lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental, el Programa de Manejo Ambiental y las Condiciones de Cumplimiento Obligatorio.
42. Si durante el Protocolo de Pruebas o periodo de funcionamiento, alguna de las descargas de contaminantes (emisiones atmosféricas, inmisiones atmosféricas, ruido, aguas residuales de tipo especial, etc.) o demandas de recursos (incluyendo recurso hídrico), contravienen con los límites establecidos en la normativa vigente, o con los límites establecidos durante el proceso de evaluación ambiental, deberán revisarse las medidas ambientales. De la evaluación,





deberán derivar las medidas ambientales adicionales y/o modificaciones a las existentes, que garanticen el cumplimiento de los límites establecidos.

#### **Sobre el Otorgamiento del Permiso Ambiental de Funcionamiento**

43. Para la verificación del cumplimiento de las medidas ambientales establecidas para la etapa de ubicación y construcción, se deberá solicitar Auditoría de Evaluación Ambiental a esta Cartera de Estado.
44. El Titular deberá solicitar el Permiso Ambiental de Funcionamiento, una vez haya obtenido la resolución ambiental que valide la ejecución del Programa de Manejo Ambiental y las condiciones de cumplimiento ambiental para la etapa de ubicación y construcción; además, de haber concluido el protocolo de pruebas, que validen el adecuado desempeño de las medidas de la etapa de funcionamiento.

### **XIII.CONDICIONES DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO PARA LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO**

#### **Sobre el Alcance del Proyecto**

45. El único combustible a utilizar para la generación de energía es el Gas Natural.
46. El consumo de GNL para la Central Térmica está entre 70,000 m<sup>3</sup> y 100,000 m<sup>3</sup> por mes
47. El único acondicionamiento que se dará al GNL es regasificarlo y convertirlo a Gas Natural.
48. El enfriamiento para la turbina de vapor y de los motores, debe realizarse a través de un sistema de radiadores

#### **Sobre la Evaluación Detallada de Riesgo y Plan de Contingencia**

49. La evaluación detallada del riesgo y el desarrollo del Plan de Contingencia y Planificación de Riesgos de Riesgo Mayor, debe incluir los Estudios de Seguridad Adicionales a Realizar indicados en la Tabla 18.
50. Si después de realizar los estudios detallados, se determina que se exceden los Iso-contornos de riesgo definidas en el QRA, se deberán definir las medidas y acciones, que garanticen que las áreas de acceso al público, se encuentren en zonas de riesgo individual público (IR) que sean Ampliamente aceptables (IR menor o igual a 1 E-06 por año) o ALARP (tan bajo como sea razonablemente posible), (1 E-06 por año < IR < 1 E-04 por año).

#### **Sobre las Emisiones Atmosféricas**

51. El proyecto debe cumplir los límites establecidos en el proyecto de norma salvadoreña obligatoria, para emisiones atmosféricas, fuentes fijas puntuales NSO 13.11.02.11, sobre "Límites máximos permisibles para generadores de energía eléctrica con motores de combustión interna", que se presentan en la tabla 21.

*Tabla 21. Límites máximos permisibles para generadores de energía eléctrica con motores de combustión interna*

Contaminante	Símbolo	Unidad	Nuevas
Dióxido de Azufre	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2500
Monóxido de Carbono	CO	mg/Nm <sup>3</sup>	Reportar
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	%	Reportar
Óxidos de Nitrógeno	NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2700
Partículas Totales Suspendidas	PTS	mg/Nm <sup>3</sup>	100

Notas: PTS, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> referidos al 10% O<sub>2</sub> base seca. Reportar %O<sub>2</sub> base seca

52. Se debe realizar el monitoreo de las emisiones atmosféricas, por lo menos una vez al año.
53. Las chimeneas deben tener una altura mínima de 50 m.





54. Para mejorar la dispersión de gases de escape, las chimeneas deben instalarse en un arreglo de 2 módulos de 6 chimeneas agrupadas, 1 módulo de 4 chimeneas y 1 de 3 chimeneas.

#### **Sobre el Consumo de agua**

55. El consumo de agua de pozo no debe exceder los 118,260 m<sup>3</sup>/año, cuya compensación equivale a un áreas de 34.47 hectáreas. Para la verificación de los caudales de consumo asociados al proyecto, se deberán contar con los dispositivos para la medición de flujo.
56. El pozo respaldo debe funcionar únicamente cuando el pozo principal se encuentre en mantenimiento.
57. En el sistema de cogeneración, se tendrá un ciclo cerrado para el vapor/condensado utilizado en el sistema de cogeneración.
58. Flujo másico de agua de enfriamiento para el condensador será de 2375 kg/s;
59. Se establecen como únicos usos del agua del proyecto los correspondientes al funcionamiento del proyecto "LNG to Power". No se autoriza la comercialización o usos del recurso agua, adicionales a los expuestos en el Estudio de Impacto Ambiental.

#### **Sobre los Pozos de monitoreo**

60. Los pozos de monitoreo serán perforados en las coordenadas 13°34'51.2"N 89°49'45.1"O y 13°35'02.6"N 89°49'35.3"O, los cuales deben tener una profundidad mínima de 100 metros;
61. Se debe monitorear la calidad del agua, en el pozo de producción y en los pozos de monitoreo

#### **Sobre el uso de agua marina**

62. El FSU contará con una caldera con sistema de enfriamiento utilizando agua de mar. Se utilizarán 10,000 m<sup>3</sup>/h de agua de mar. El agua se regresará al océano con un máximo de 5°C de diferencia con respecto a la temperatura ambiente.
63. En el FSRU se debe utilizar un flujo máximo de agua de mar de 10,000 m<sup>3</sup>/h, misma que será devuelta, después de ser utilizada para la regasificación, con una temperatura con un máximo de 5°C de diferencia con respecto a la temperatura ambiente.

#### **Sobre la compensación ambiental**

64. La medida ambiental "Mantenimiento a reforestación y Apoyo a FIAES", para la compensación ambiental por el consumo hídrico para la etapa de funcionamiento, equivalente al mantenimiento durante 17 años de 34.48 Ha, se realizará a través del Fondo de la Iniciativa para las Américas (FIAES), mediante el esquema de desembolsos mostrado en la tabla 22.

Tabla 22. Medida apoyo a Fondo de Iniciativa para las Américas en concepto de mantenimiento

<b>Desglose en el PMA</b>	<b>Desembolsos</b>
Mantenimiento 04-07	\$122,902.83
Mantenimiento 07-10	\$122,902.83
Mantenimiento 10-13	\$122,902.83
Mantenimiento 13-16	\$122,902.83
Mantenimiento 16-19	\$122,902.83
Mantenimiento 19-20	\$81,935.22
Total	\$696,449.34

#### **Sobre el Tratamiento de las aguas residuales**

65. Para las aguas residuales provenientes de los empleados, cafetería y limpieza, se debe instalar y operar un sistema de tratamiento de aguas residuales de tipo Reactor de Carga en Secuencia\_SBR (Sequencing Batch Reactor).



66. El FSRU y el FSU dispondrán de una unidad de tratamiento de aguas residuales para la tripulación, con 14 días de almacenamiento de aguas residuales.
67. Las aguas residuales de tipo ordinario, deben cumplir con los límites de descarga de aguas residuales establecidos en la Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor NSO 13.49.01:09, mostrados en la tabla 23 ó su actualización.

Tabla 23. Límites de descarga de aguas residuales de tipo especial

Parámetros a medir <sup>1</sup>	Límites <sup>2</sup>	Unidad	Frecuencia de medición <sup>3</sup>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	60	mg/l	Trimestral
Sólidos sedimentables	1	ml/l	Mensual
Sólidos suspendidos totales	60	mg/l	Anual
Aceites y grasas	20	mg/l	Anual
pH	5.5-9.0		Mensual
Temperatura	20-35	°C	Mensual
Coliformes fecales	2,000	NMP/100ml	Trimestral
Coliformes totales	10,000	NMP/100ml	Trimestral
Cloruros	Reportar		Anual

<sup>1</sup> Parámetros solicitados en los Art. 15 y 16 del Reglamento Especial de Aguas Residuales

<sup>2</sup> NSO13.49.01:09 Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor

<sup>3</sup> Frecuencia de medición, según el Art. 19 del Reglamento Especial de Aguas Residuales

### Sobre el separador Agua-Aceite

68. Todos los tanques con contenido de aceites, deben contar con un sistema de drenaje, para coleccionar las aguas y limpieza de las áreas del tanque y reducir el riesgo de contaminación de las aguas lluvias. El esquema a utilizar se presenta en la figura 11.
69. En los separadores agua-aceite, se deben realizar las siguientes condiciones de manejo:
- Las válvulas normalmente cerradas deben ser abiertas únicamente bajo supervisión.
  - Todos los tanques que contengan Hidrocarburos (agua aceitosa, lodo, aceite lubricante, combustible, etc.) tendrán un sistema de drenaje equivalente. Los tanques cercanos usaran el mismo canal de drenaje.
  - Se construirán canales de drenaje para mantener el agua de lluvia pura y las aguas aceitosas separadas.
  - Todas las líneas de drenaje estarán normalmente cerradas para prevenir goteo de aceite fuera del área en caso de que el tanque derrame.
  - Se separarán las tuberías del canal de drenaje del tanque y las del canal de aguas lluvias para evitar derrames directos del tanque al sistema de aguas lluvias.
70. Los lodos deben ser entregados a una empresa que cuente con autorización ambiental.

### Sobre el manejo de los desechos sólidos

71. Para la operación de la actividad debe establecer un sistema de manejo integral de los desechos sólidos comunes, que incluya las etapas de reducción de desechos, separación en la fuente para su reuso/reciclaje interno ó externo.
72. El sitio y/o contenedor(es) para el almacenamiento temporal de desechos sólidos deberá estar adecuadamente ubicado y cubierto, tener la capacidad para almacenar el volumen de desechos sólidos generados y tener un adecuado mantenimiento. No se permitirá la disposición a cielo abierto de los desechos sólidos, dentro o aledaño al proyecto, ni se deberán utilizar las áreas verdes o de circulación para tal fin, siendo el titular responsable de proveer las instalaciones necesarias que permitan el retiro de los desechos sin dificultad.
73. Los desechos sólidos no reusados ni reciclados, deben ser dispuestos en un sitio de disposición final autorizado por este Ministerio.
74. Debe documentar la cantidad de desechos sólidos generados por tipo (plásticos, metales, orgánicos, tela) y el manejo que se tiene de cada uno.

### Sobre la Operación de la Terminal Marina

75. Los LNGC deben ser apoyados por remolcadores de apoyo durante la aproximación a la Terminal Marítima. Se requerirá un remolcador de espera en la Terminal Marítima en todo momento para la FSU y cuando un LNGC está atracado el fin de servir los barcos para respuesta de emergencia debido a los tsunamis, incendios, o cualquier otro evento
76. El FSU y el LNGC deben dejar el muelle cuando se presenten o estén previstas que van a superarse los Límites de Acercamiento y Atraque FSU y LNGC establecidos en la Tabla 13.
77. Se deben suspender las actividades de transferencia de carga para el FSU y LNGC atracados en la Terminal Marítima cuando se presenten o estén previstas que van a superarse las condiciones limitantes de transferencia de carga del FSU y la transferencia de carga de LNGC, establecidos en las tablas 14 y 15 respectivamente.
78. Los remolcadores no operarán en condiciones superiores a una altura de ola de HS = 1.5 m;
79. Se debe mantener una zona de exclusión durante la etapa de funcionamiento, de acuerdo a las coordenadas establecidas en las tablas 19 y 20.

### Consideraciones generales

80. Deberán presentarse informes de operación anuales, según formato estándar del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el cual deberá ser complementado con los comprobantes de las medidas ambientales correspondientes, en base a lo establecido en los artículos 30 y 46 de la Ley del Medio Ambiente, los artículos 26 y 128 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente y el Artículo 9 del Reglamento Especial de Aguas Residuales.
81. Durante la vida útil del proyecto deberán documentarse incidentes o accidentes en el manejo del sistema, el cual deberá incluir volúmenes de pérdida, medidas adoptadas y por adoptarse para controlar afectaciones a suelo y cuerpos de agua. La documentación de incidentes y accidentes, deberá de declararse en el Informe de Operación Anual correspondiente
82. Una vez finalizada la vida útil del proyecto, deberá ejecutarse plan de cierre, conforme a lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental. En todo caso, el titular deberá de adoptar e implementar, las medidas ambientales que se requieran para restaurar los daños ocasionados en la etapa de funcionamiento; así mismo deberá asumir la totalidad de los costos y responsabilidades que deriven de las labores de restauración

El proyecto deberá ser ejecutado conforme a lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental y adendas al mismo. Cualquier ampliación o reconversión, deberá apegarse a lo establecido en el artículo 22 de la Ley del Medio Ambiente.

Este Dictamen Técnico en ningún momento sustituye las normas técnicas y legales de otras autoridades competentes al funcionamiento, ni autoriza la ejecución de obras físicas, ni constituye autorización para tala de árboles, ni terracería manual o mecánica, el titular de la actividad deberá realizar el correspondiente trámite a través de la institución competente.

**Se determina que cualquier impacto negativo no contemplado en las medidas ambientales propuestas, debe ser mitigado por el titular del proyecto.**

**Las medidas puntualizadas son de carácter obligatorio, durante las diferentes fases de ejecución del mismo y su incumplimiento, obliga al ministerio a iniciar con los procedimientos administrativos establecidos en los artículos 83, 84, 85 y 86 de la Ley del Medio Ambiente.**

**Análisis Técnico:**

  
Ing. José Alberto Fabián Aguilar  
Técnico en Evaluación Ambiental II

**Visto Bueno**

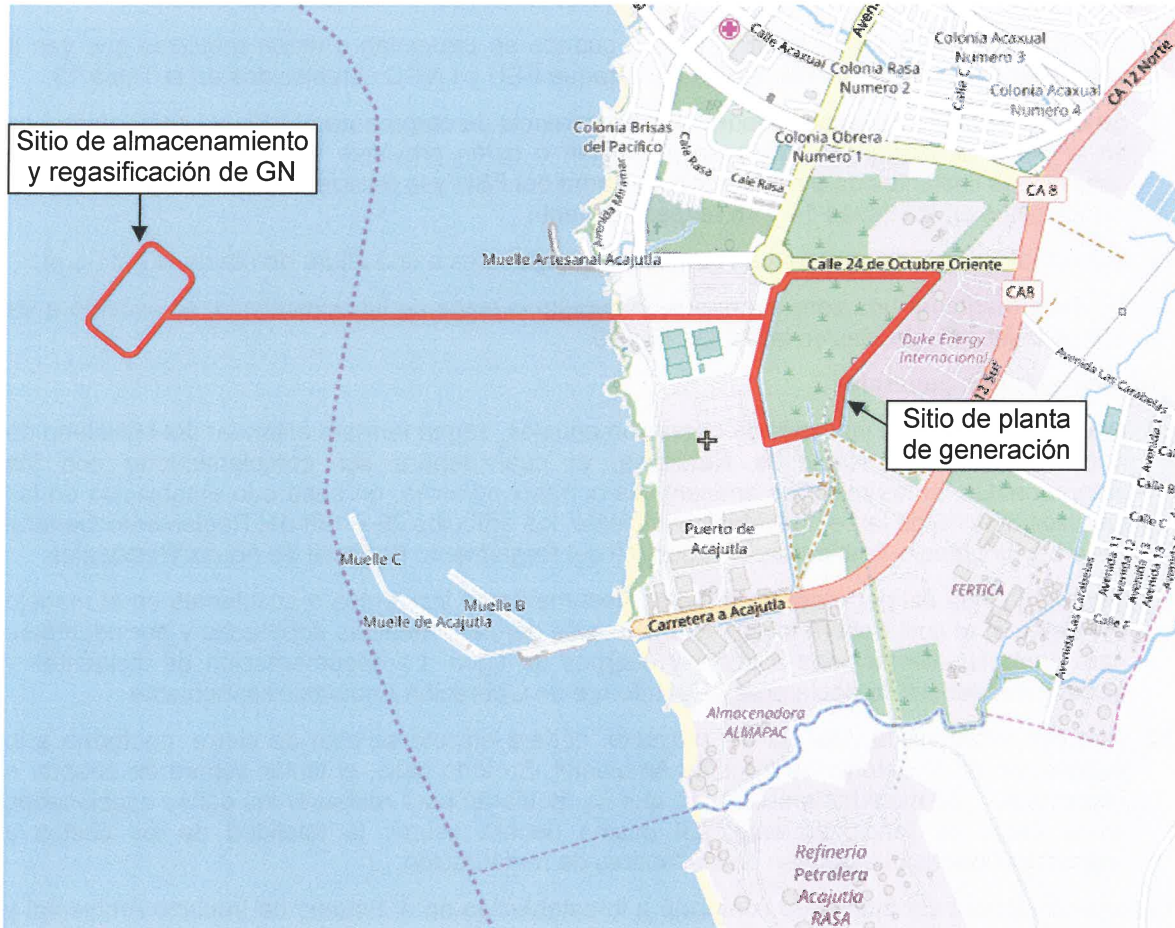
  
Ing. Jorge Antonio Castaneda Cerón  
Gerente de Evaluación Ambiental

**Fecha de emisión:** 21 de diciembre de 2017.



## ANEXOS

Figura 1. Esquema de ubicación del proyecto "LNG to Power"



Coordenadas: 13° 34' 59" N 89° 49' 43" O





Figura 2. Plano de la Central Térmica

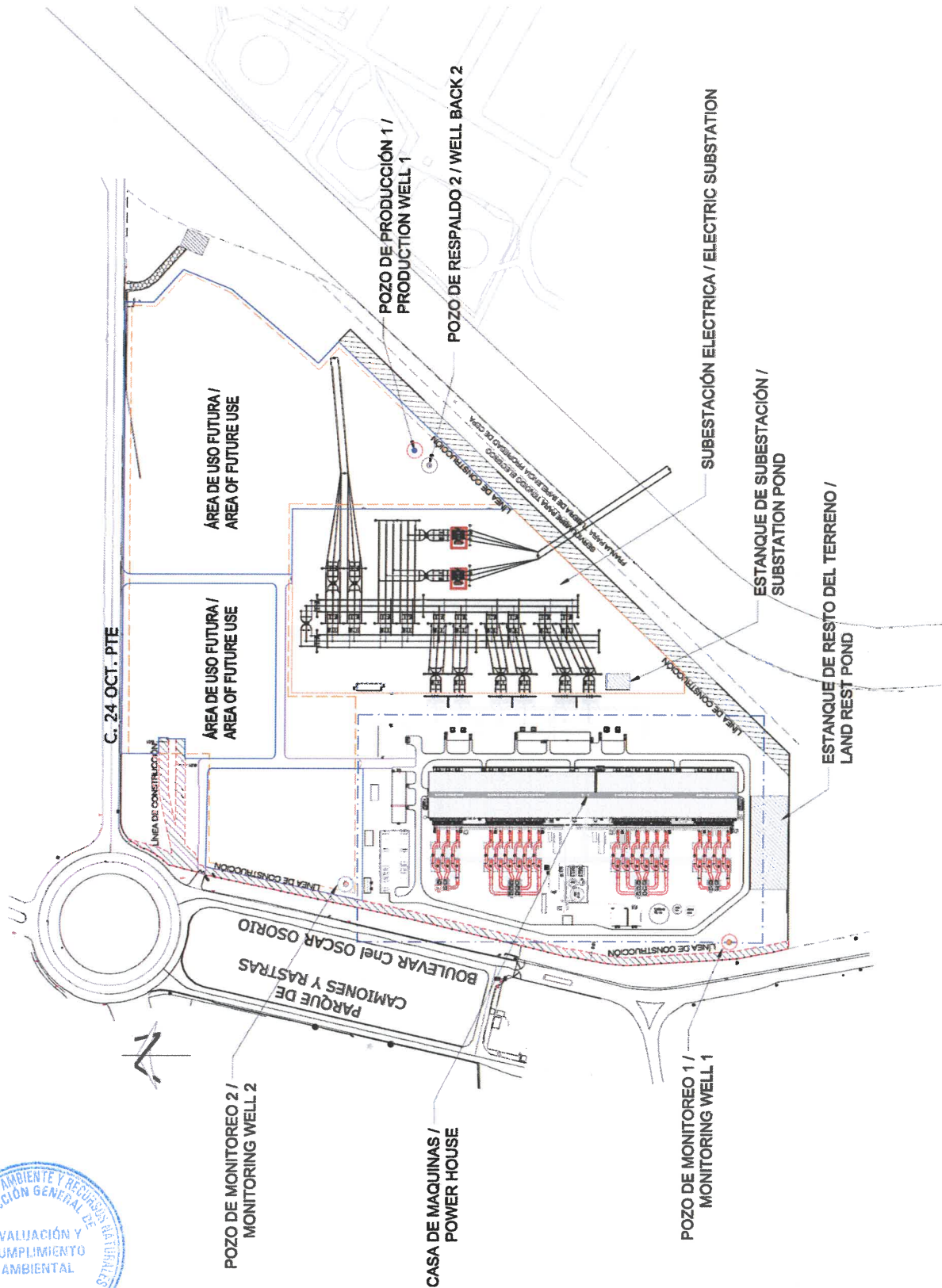


Figura 3. Módulos pre-ensamblados de la Central Térmica

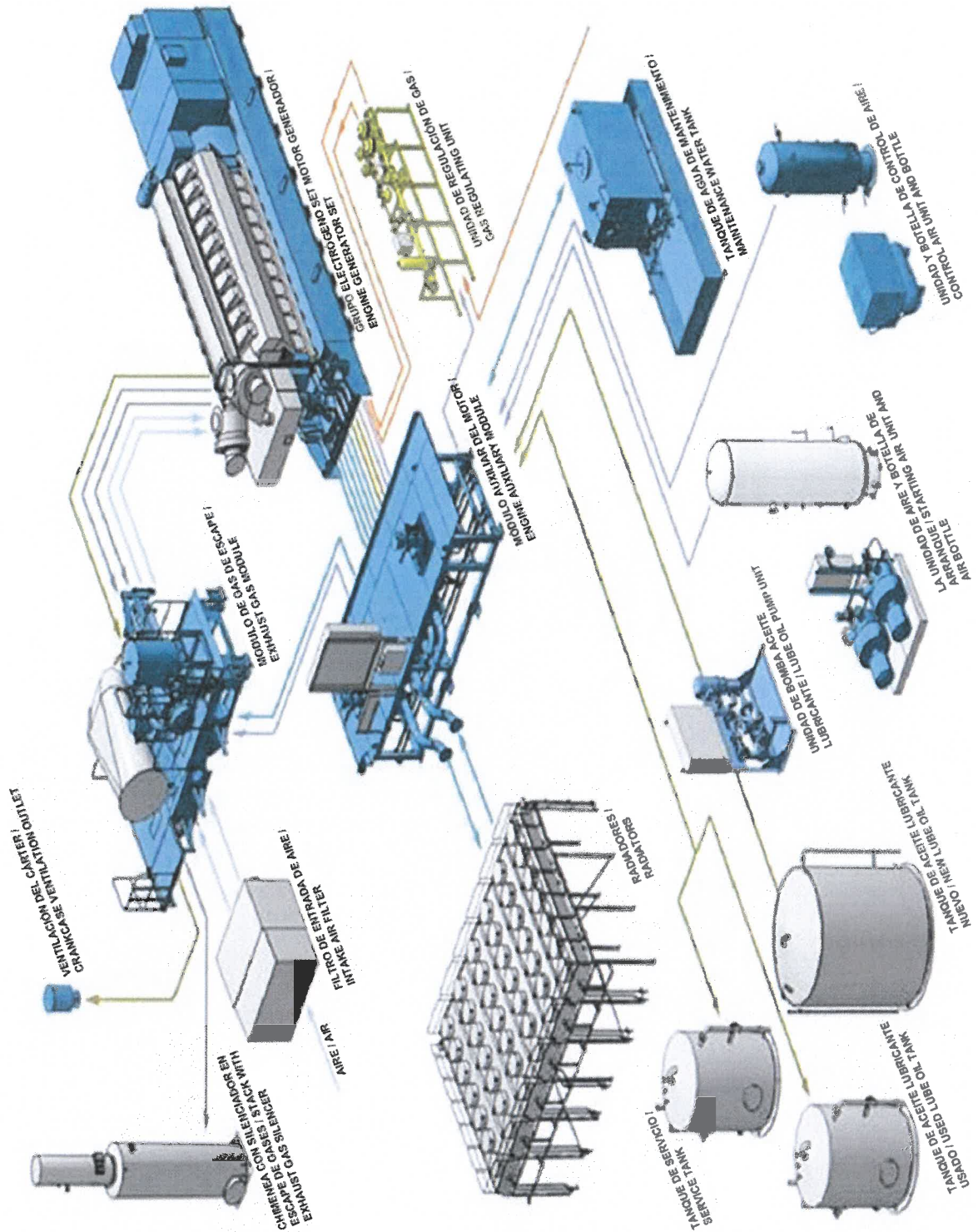
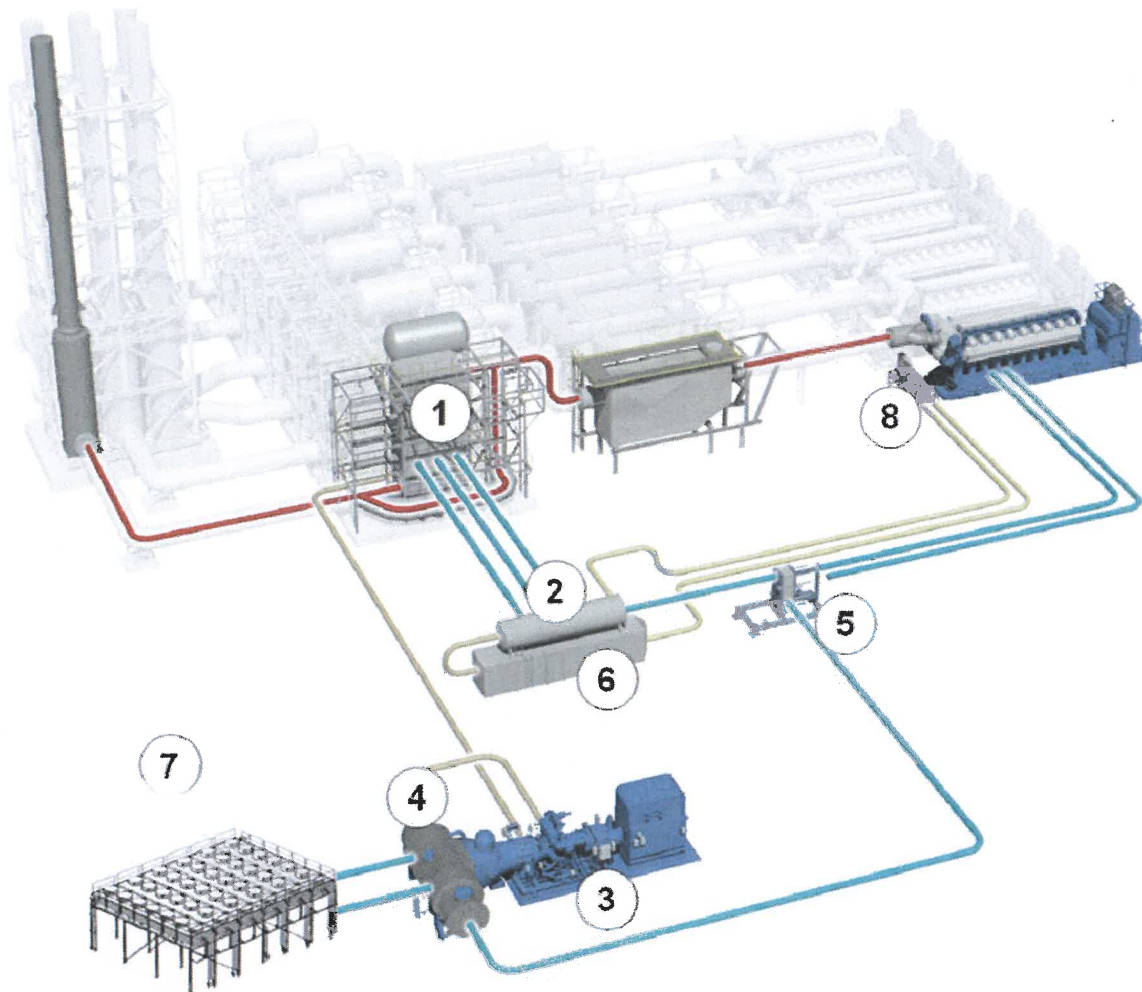




Figura 4. Sistema de Ciclo Combinado



1. Calderas de Recuperación de Calor / Heat Recovery Boilers
2. Tanque de Agua / Water Tank
3. Turbina de Vapor / Steamturbine
4. Condensador / Condenser
5. Precalentamiento de Agua / Water Pre-Heating
6. Caldera Auxiliar / Auxiliary Boiler
7. Radiadores / Radiators
8. Precalentamiento del Motor / Engine Pre-Heating





Figura 6. Diseño propuesto para la Terminal Marítima

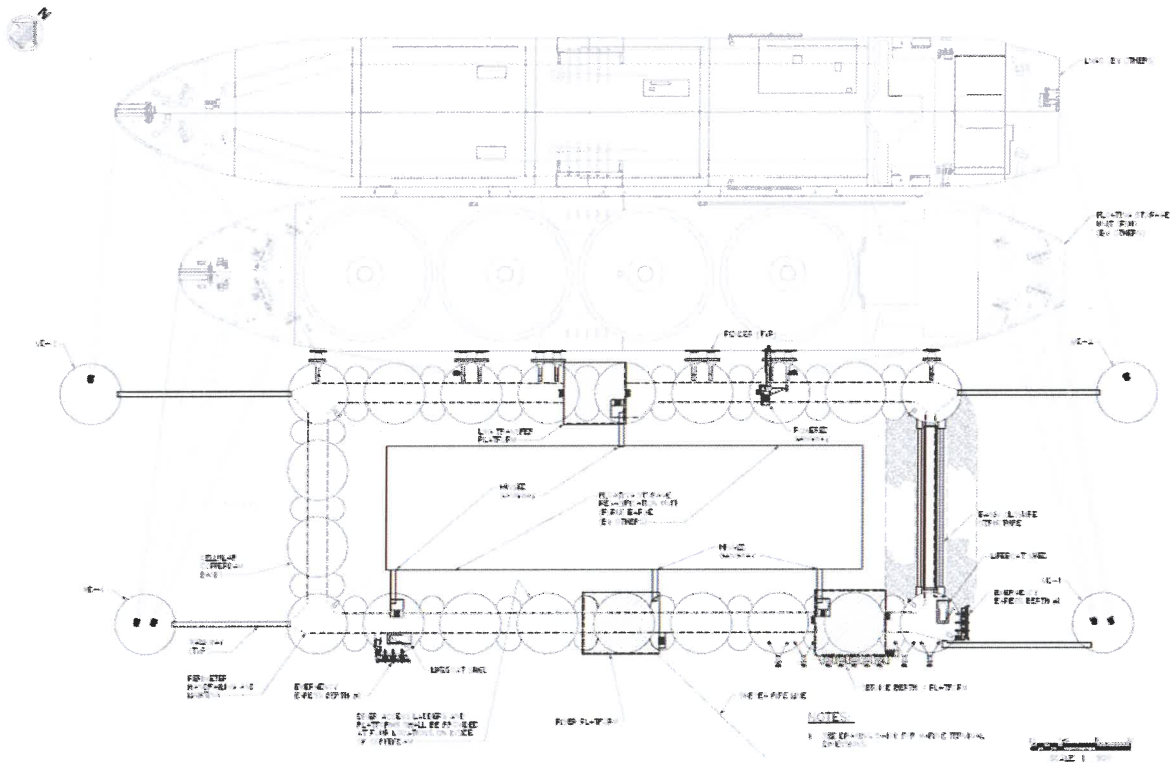


Figura 7. Vista de perfil de Terminal Marítima: Rompeolas, FSU y FSRU

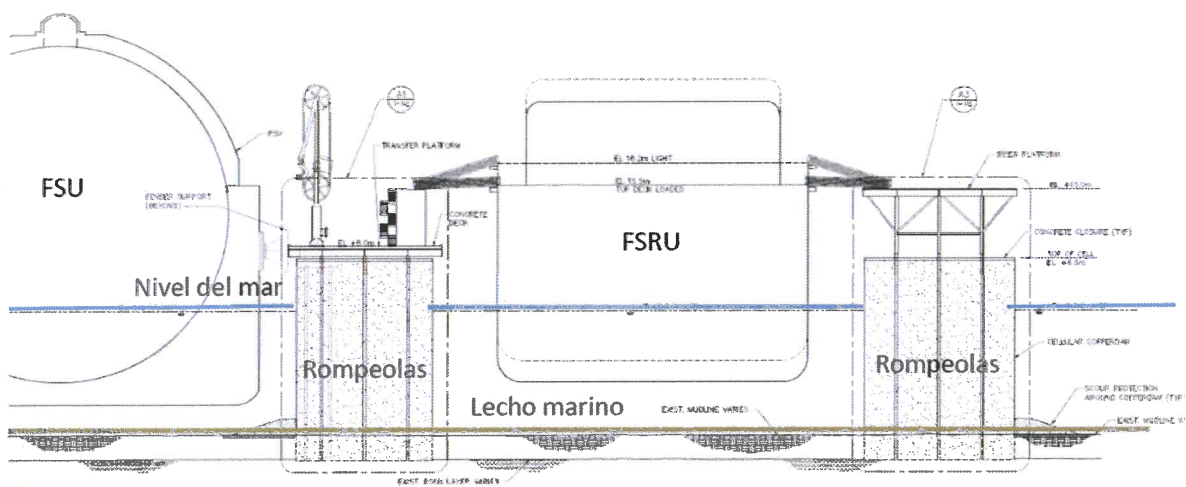


Figura 8. Diagrama de Operación de la Terminal Marina de LNG

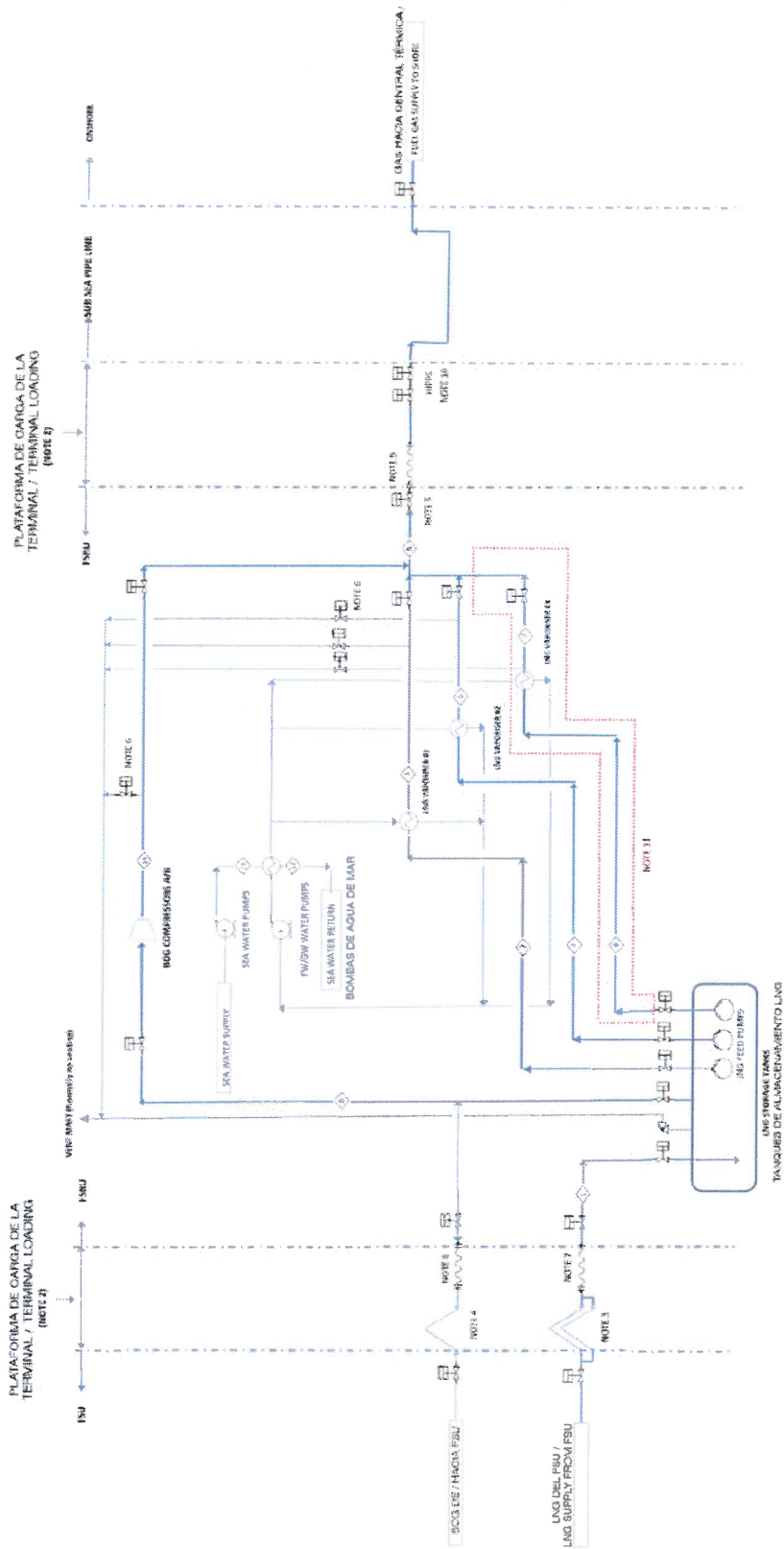




Figura 9. Tubería de transporte de gas natural





Figura 10. Esquema de Almacenamiento de Materiales Peligrosos

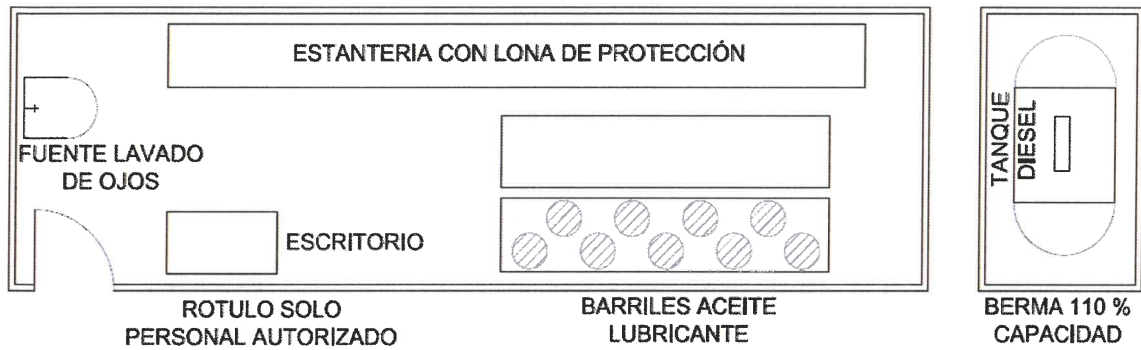


Figura 11. Esquema de Sistema Separador Agua y Aceite

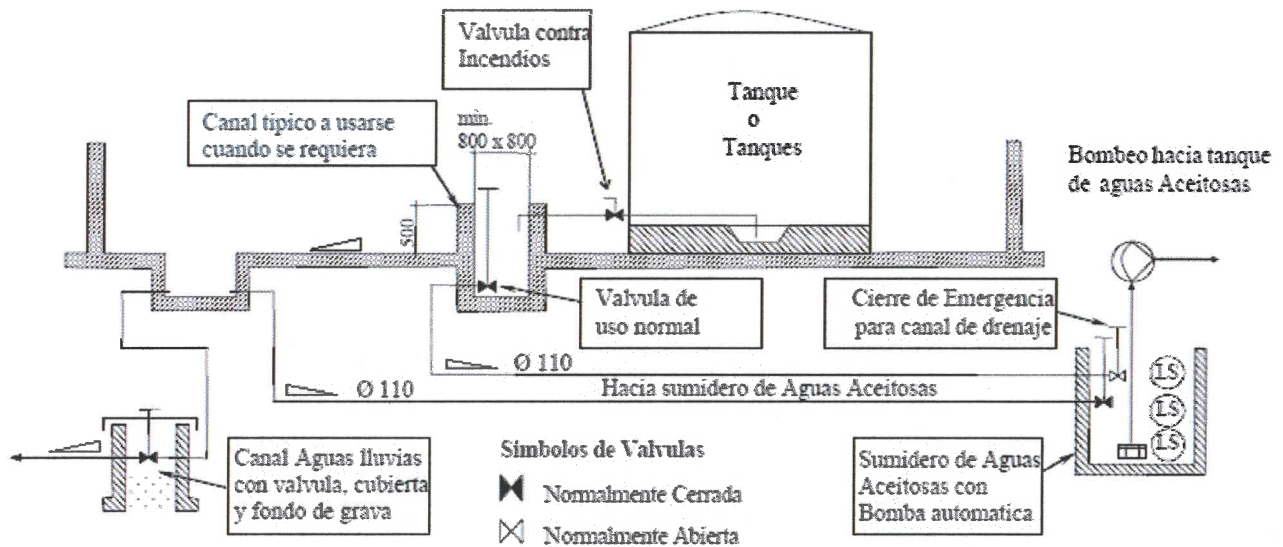


Figura 12. Detalle de Acequia y/o Canaleta para Canalizar el Agua Lluvia Durante la Etapa de Preparación de Sitio y Construcción

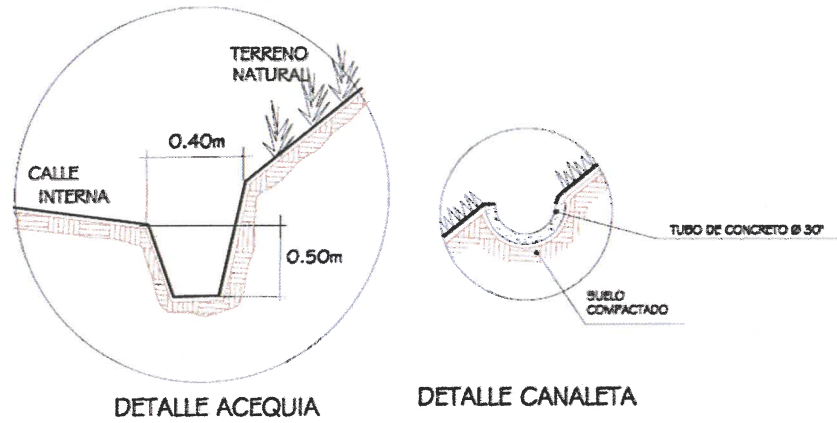


Figura 13. Drenajes Temporales Durante Construcción en el Sitio de la Central Térmica

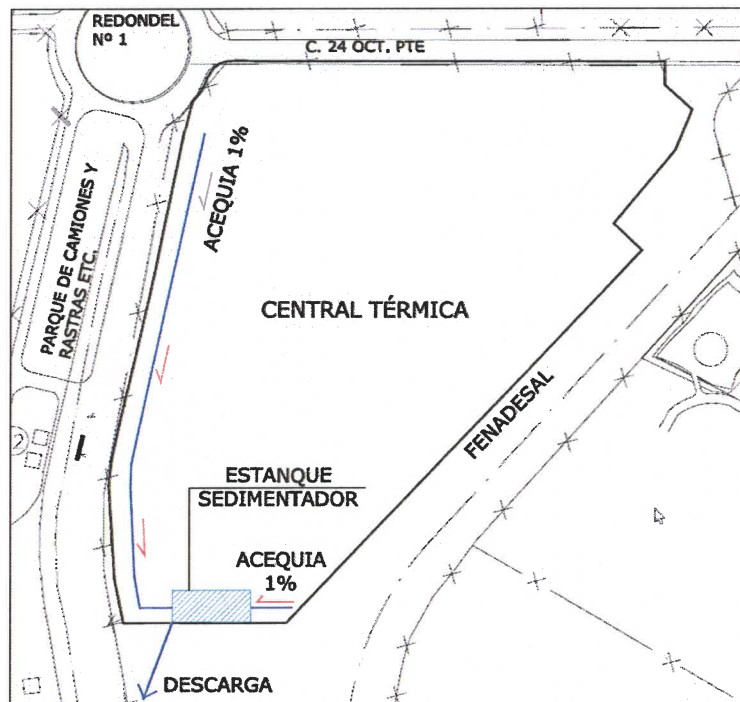
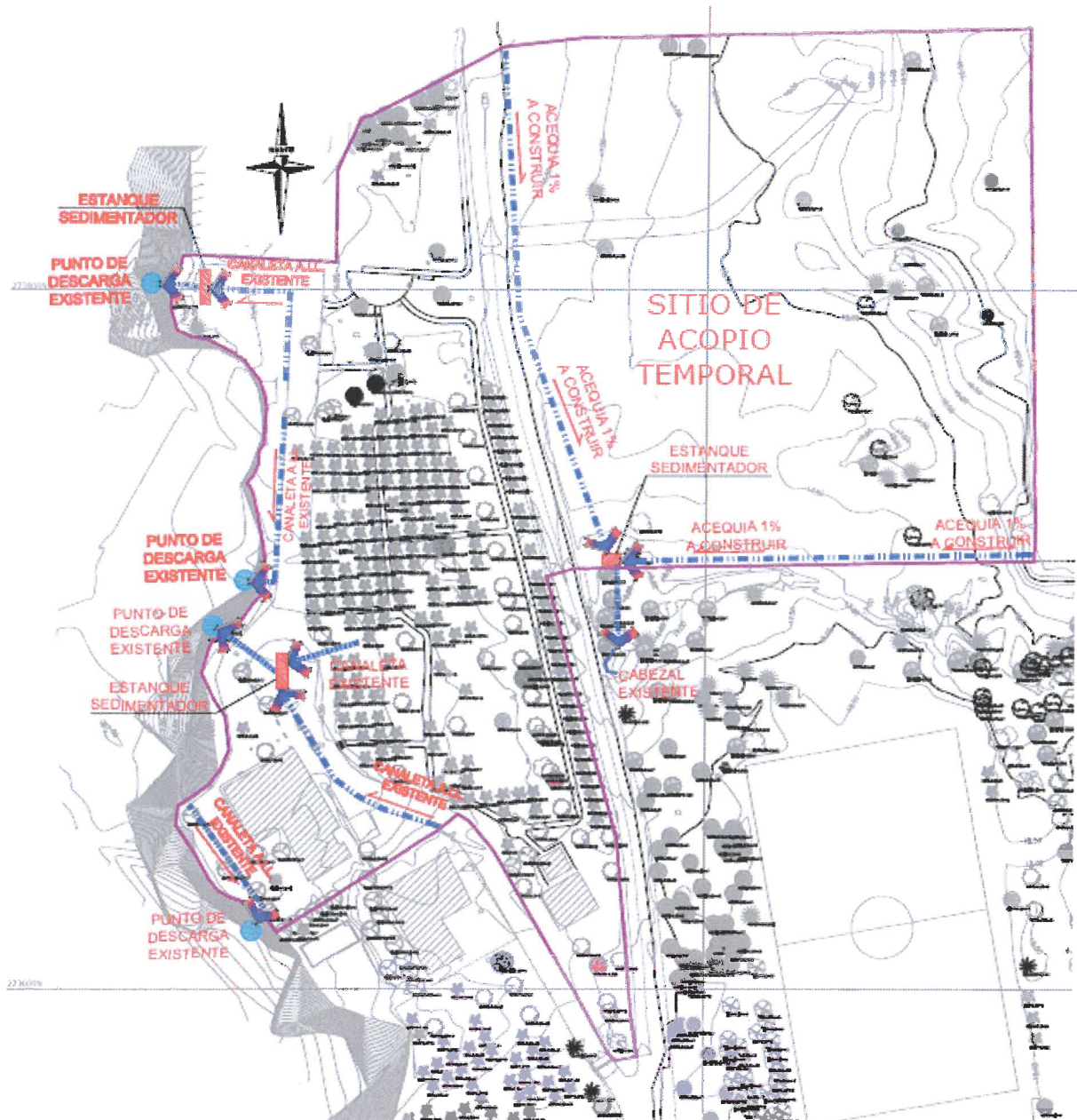


Figura 14. Drenajes Temporales Durante Construcción, Sitio de Acopio temporal

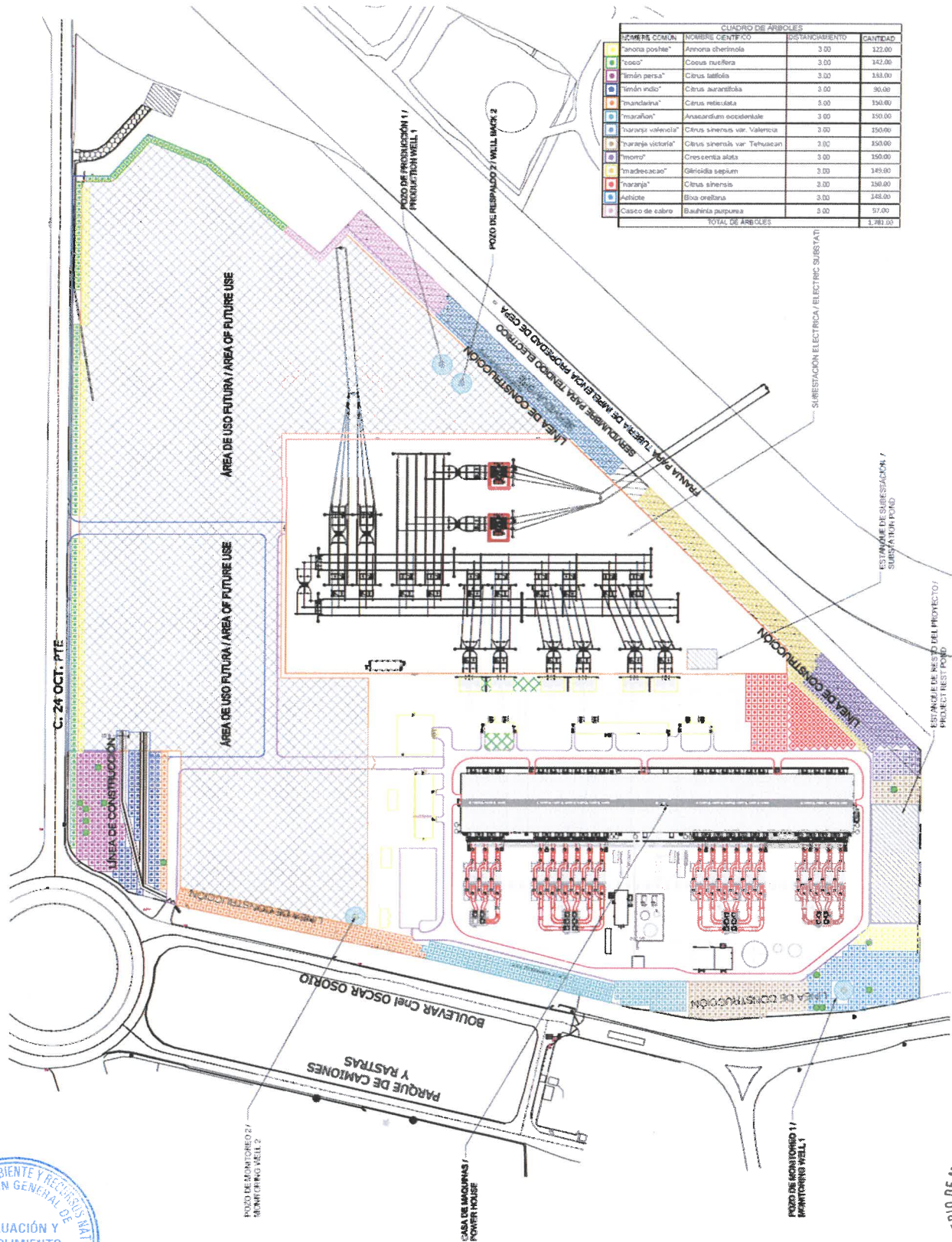


Los estanques de sedimentación tendrán 1m de alto por 10m de largo por 3m de ancho para manejar el agua en una tormenta pico





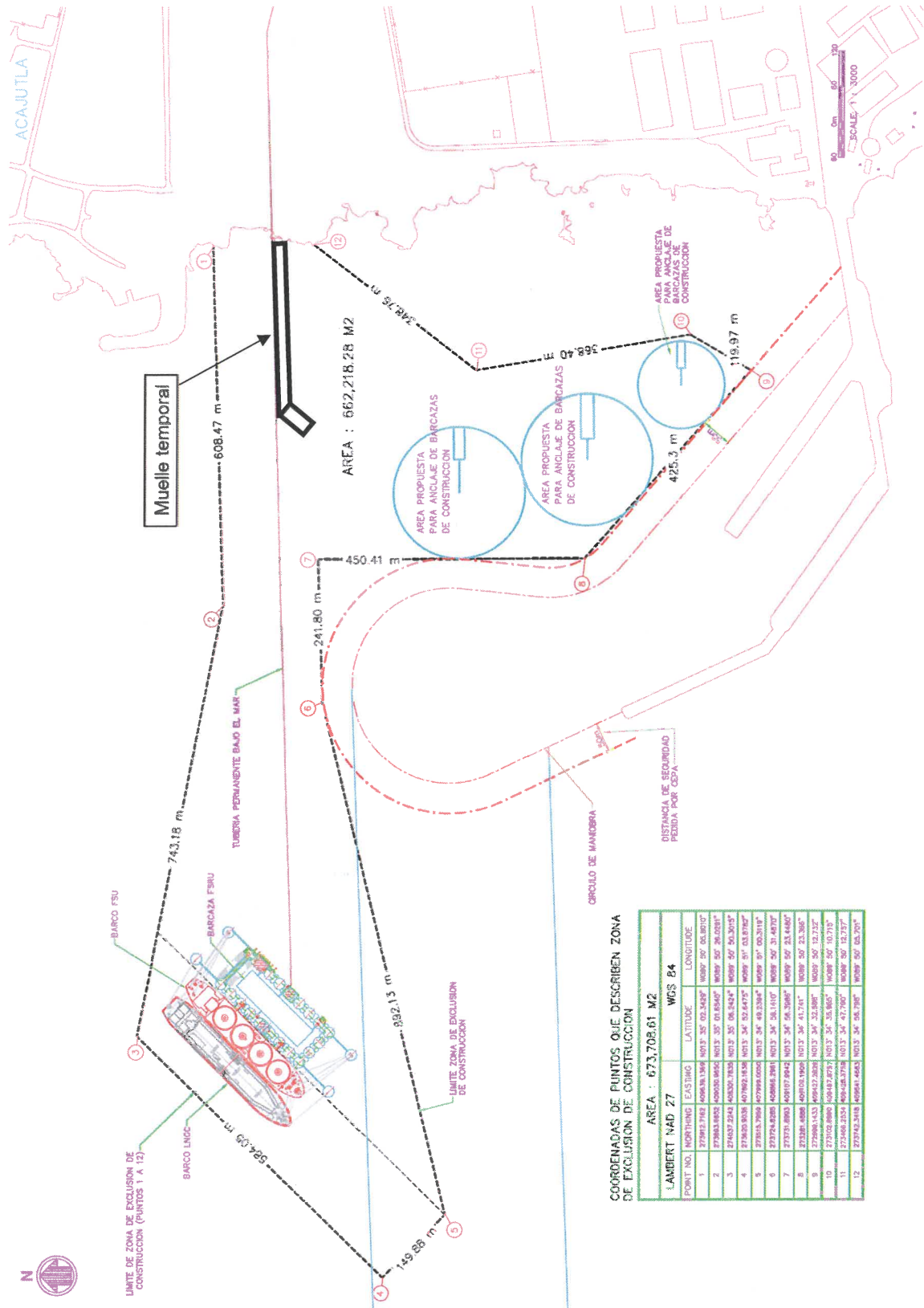
Figura 15. Arborización en el proyecto (Medida 11)



MARN/DEC/GEA/AF



Figura 16. Zona de Exclusión de la Etapa de Construcción y Ubicación de Muelle Temporal



COORDENADAS DE PUNTOS QUE DESCRIBEN ZONA DE EXCLUSION DE CONSTRUCCION

AREA : 673,708.61 M2

POINT NO.	NORTHING	EASTING	LATITUDE	LONGITUDE
1	27943.7182	409634.1349	1013.35 03.2487°	8039.50 86.8107°
2	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
3	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
4	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
5	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
6	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
7	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
8	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
9	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
10	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
11	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°
12	27943.8982	409558.9402	1013.35 03.8487°	8039.50 86.8081°





Figura 17. Zonificación de la Biota Marina

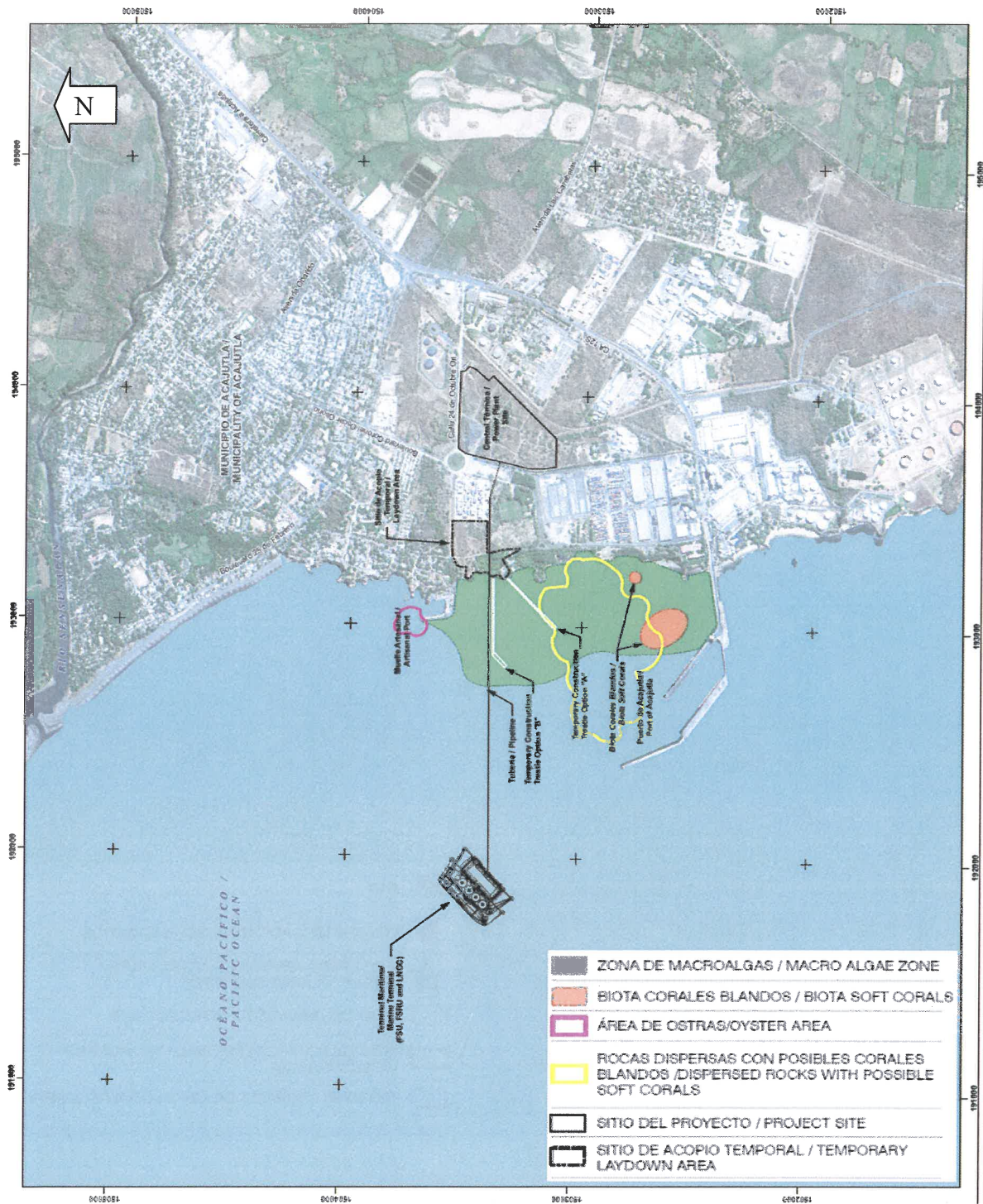




Figura 18. Ubicación de medidas de compensación de pescadores

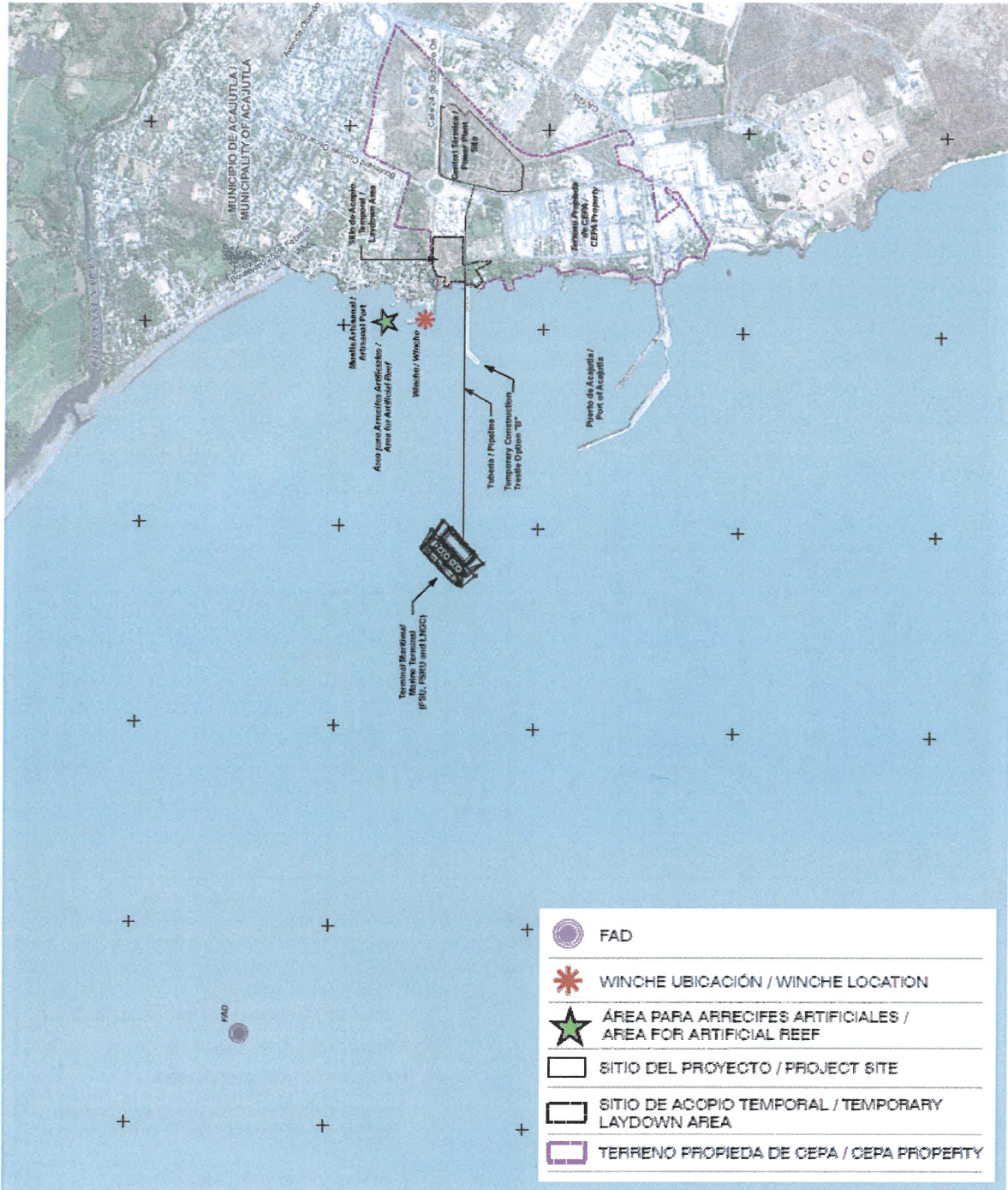


Figura 19. Demanda de Agua de la Central Térmica

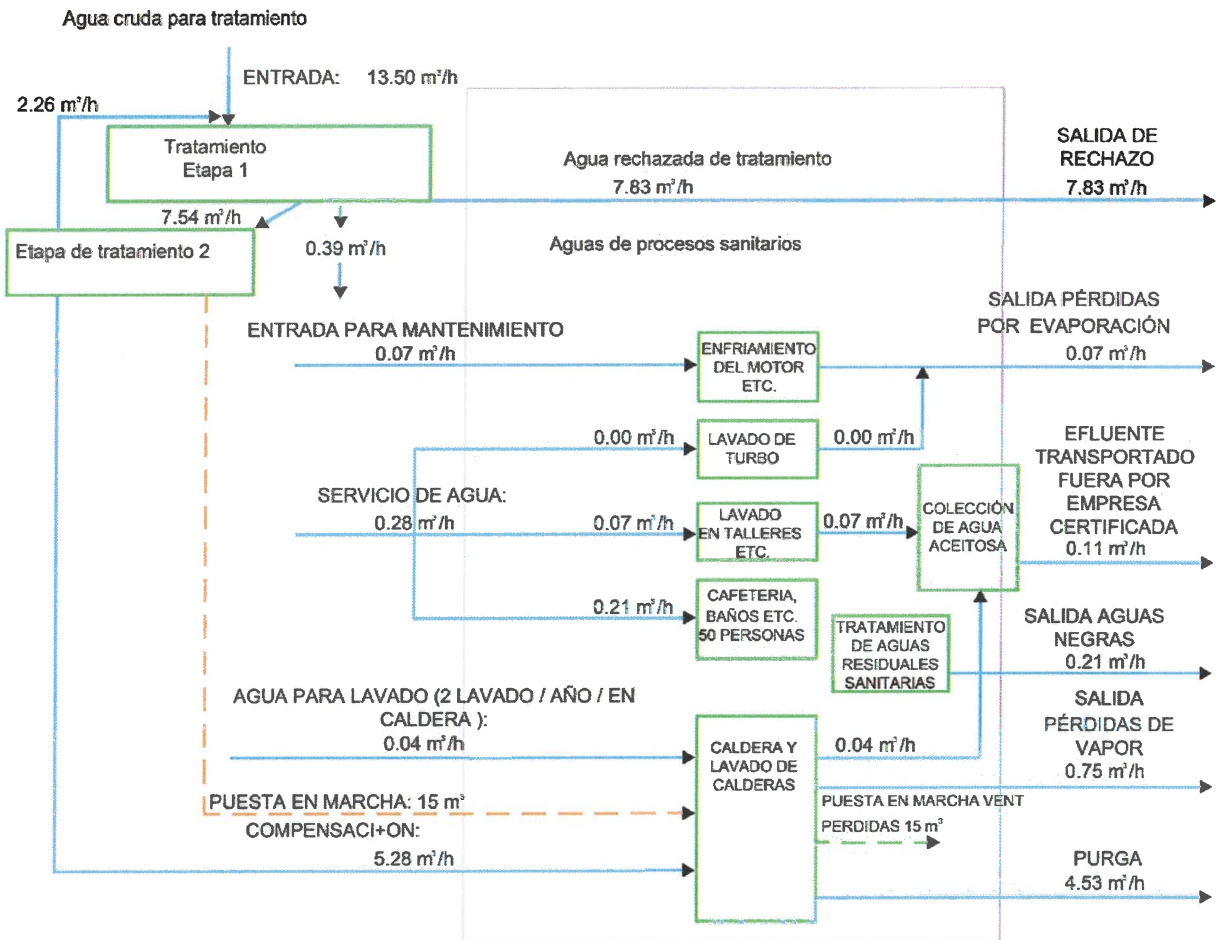


Figura 20. Resultados de dispersión de contaminantes para NO<sub>2</sub>  
Concentración máxima esperada un periodo promedio de 24 horas

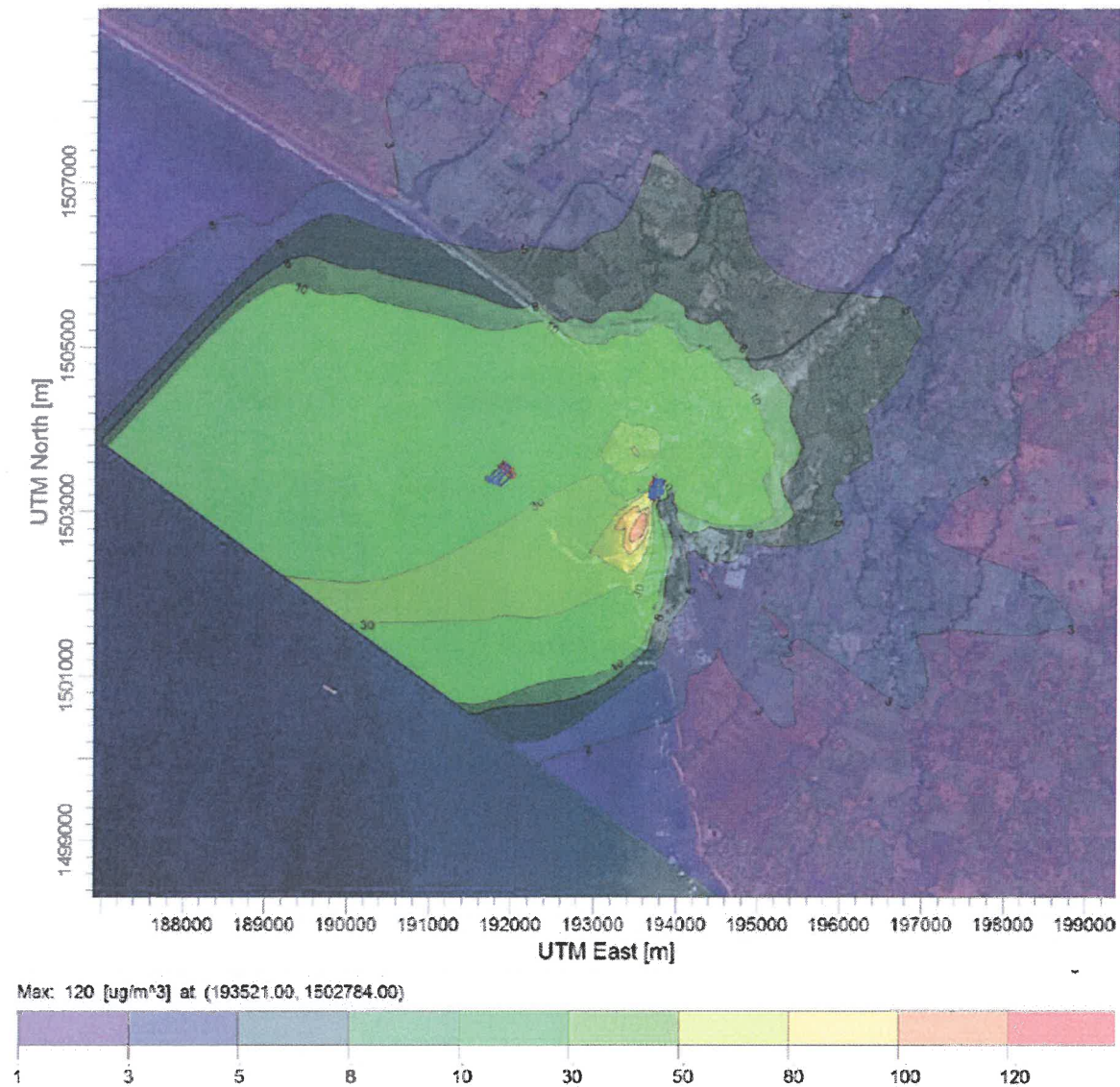




Figura 21. Contornos LSIR de iso-riesgo para la terminal de importación de GNL





Figura 22. Plano de Zona de Exclusión de la Etapa de Funcionamiento

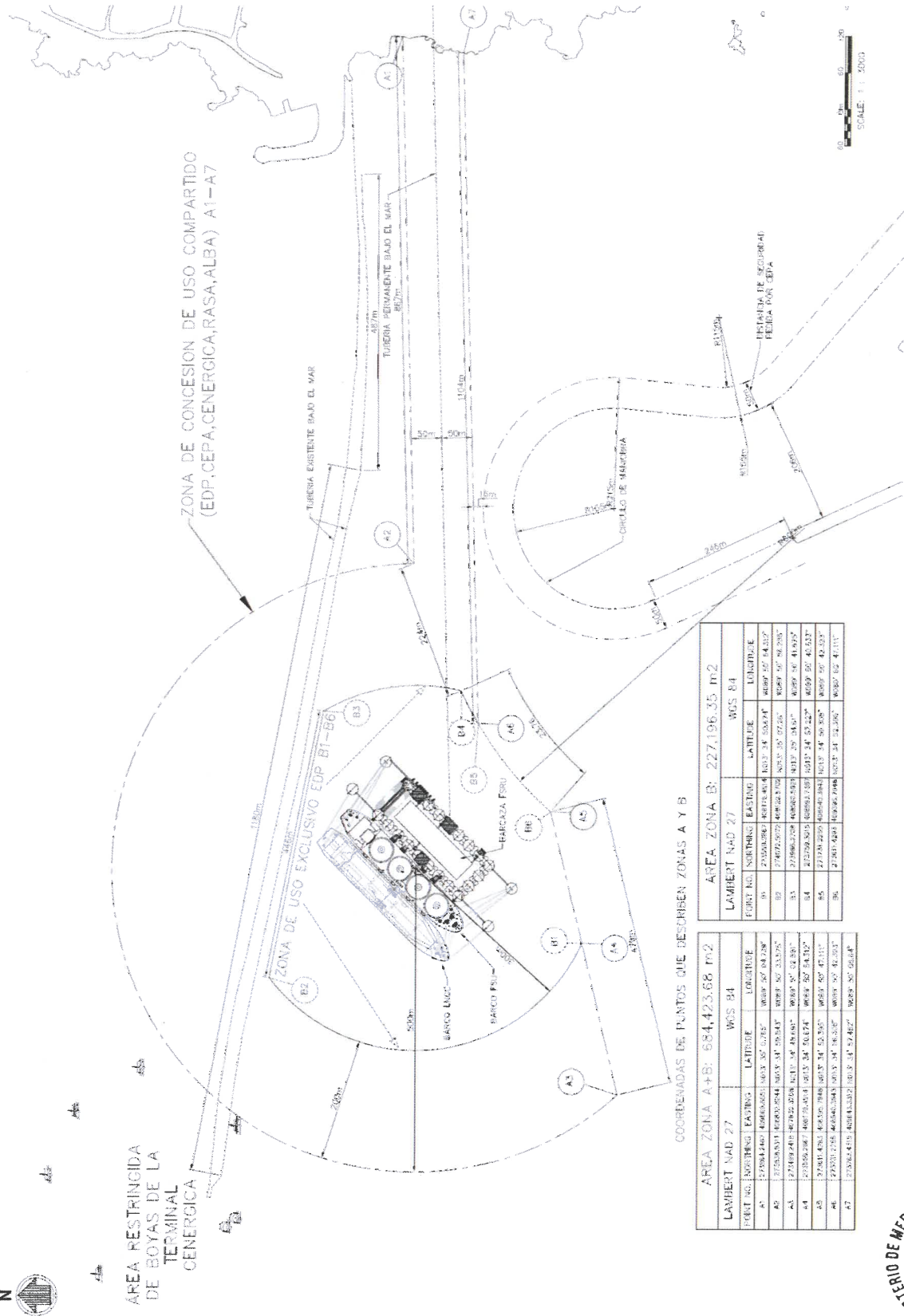


Figura 23. Plano de medidas ambientales en la etapa de construcción (1/2)

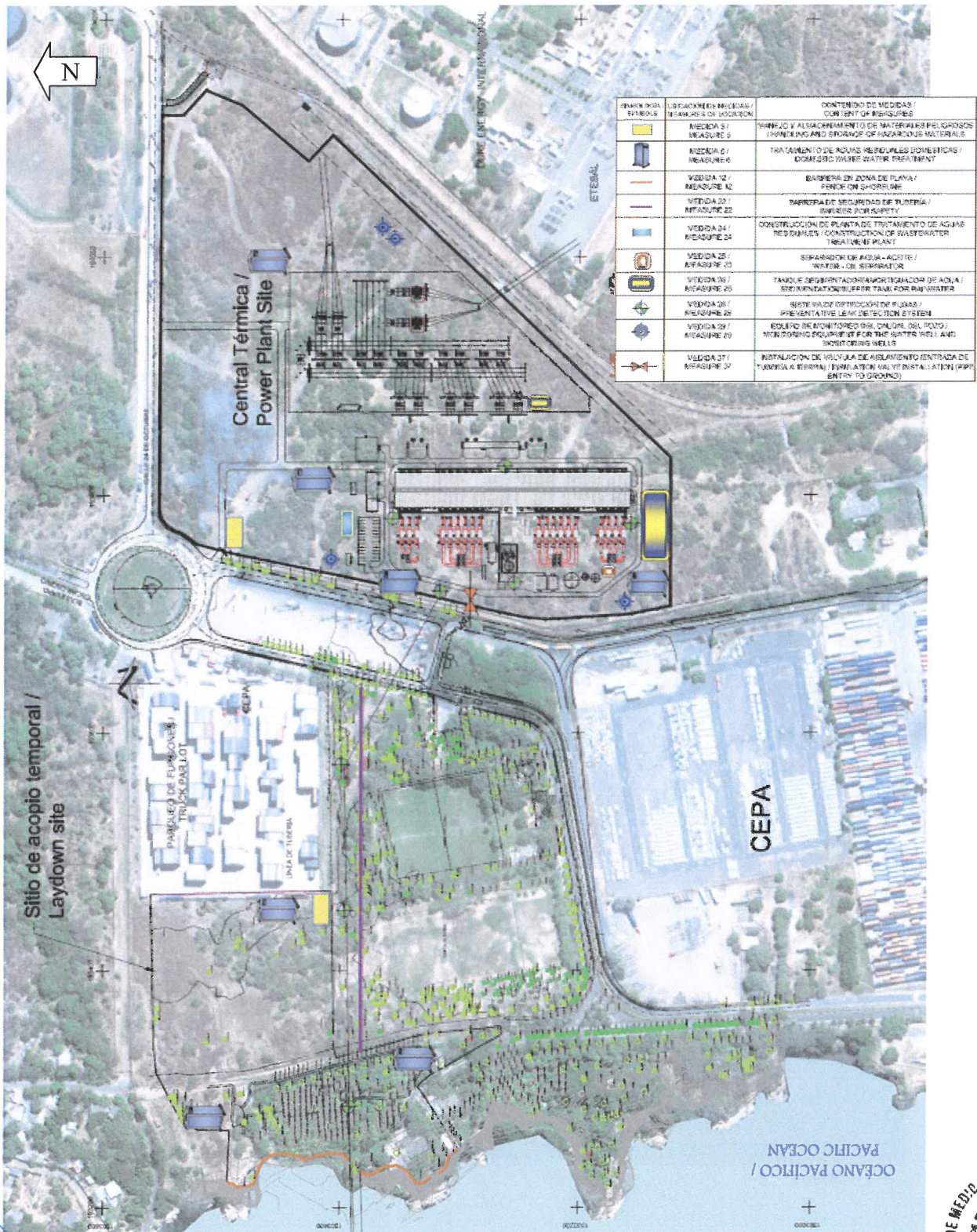




Figura 24. Plano de medidas ambientales en la etapa de construcción (2/2)

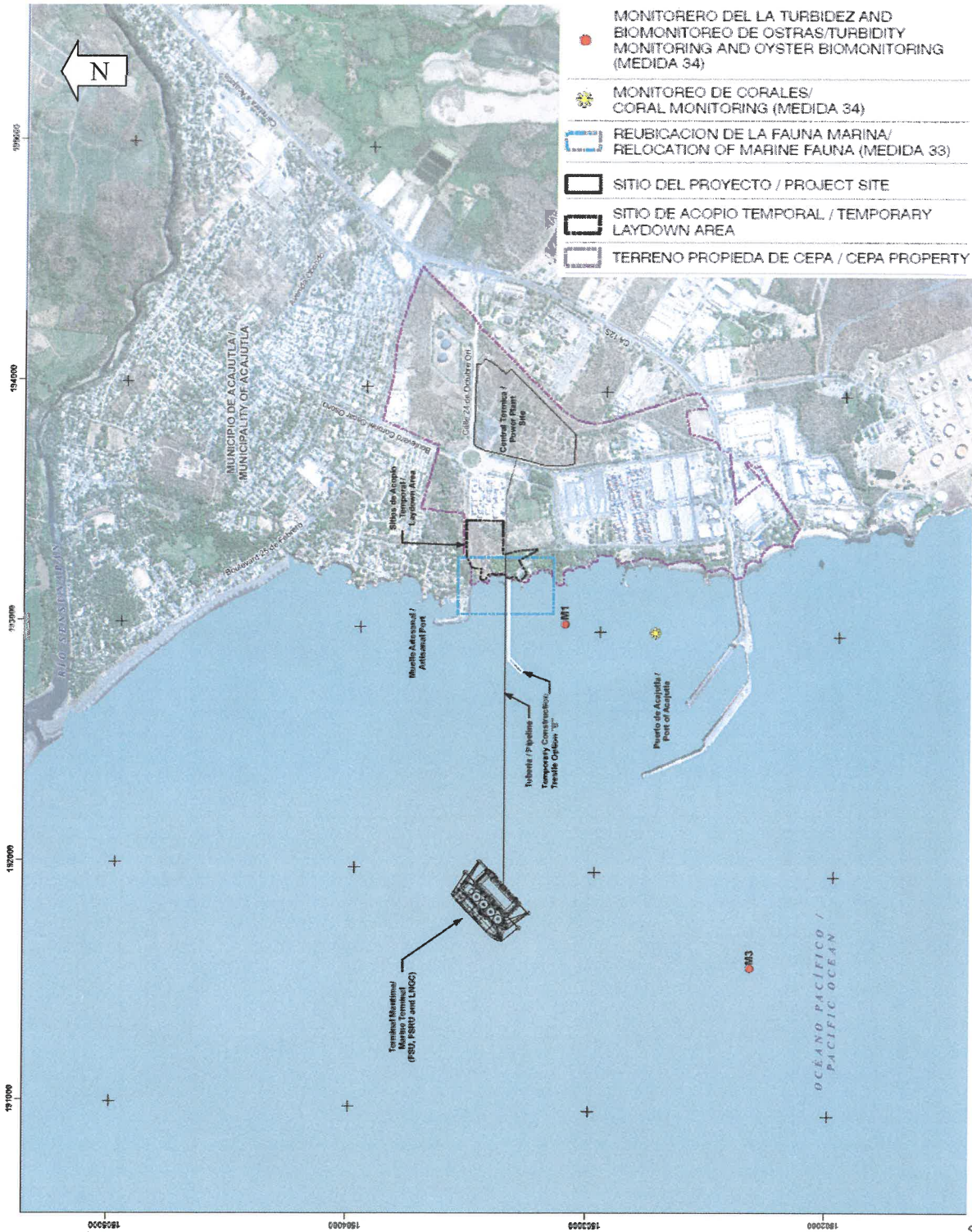
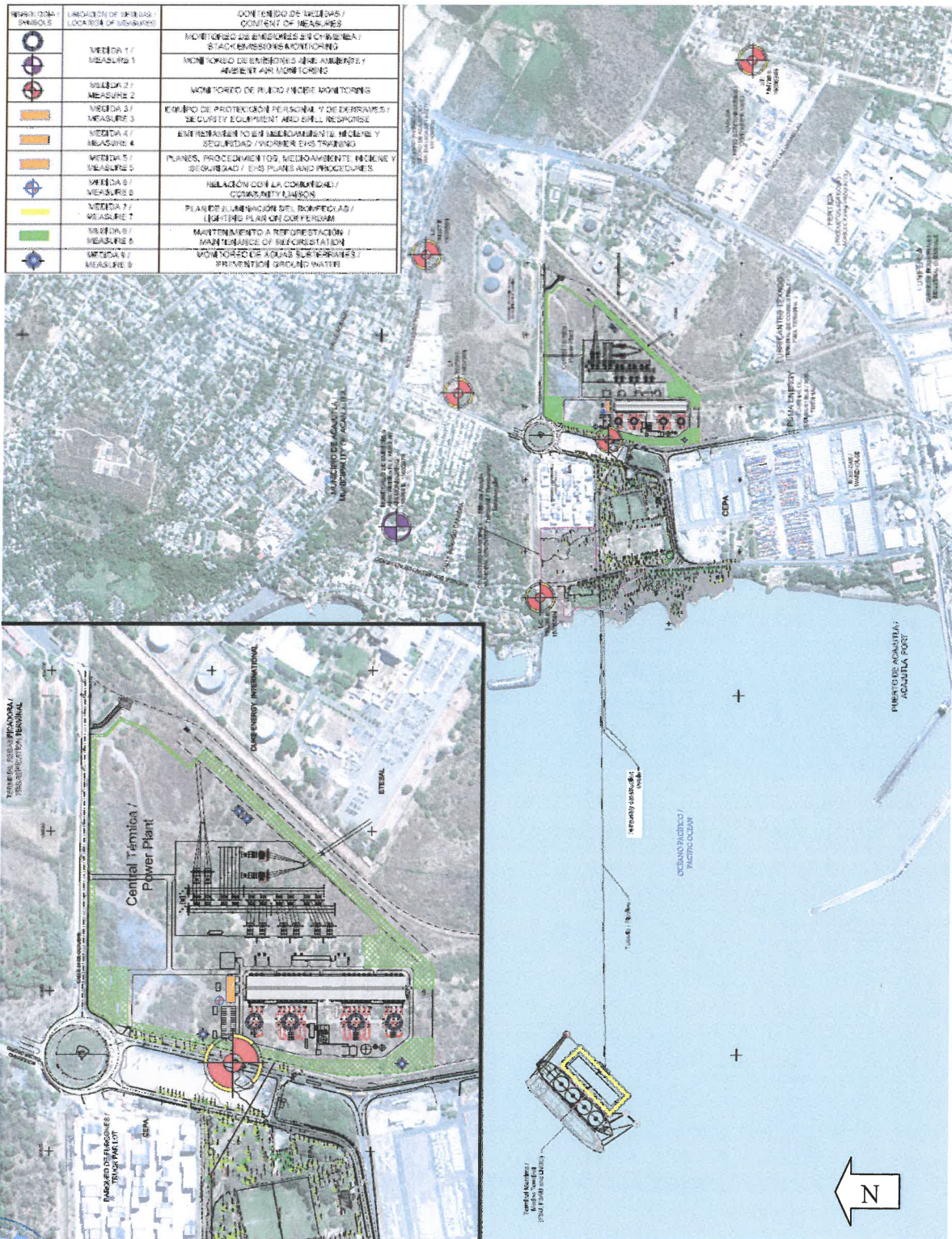




Figura 25. Plano de medidas ambientales en la etapa de funcionamiento



MARN/DEC/GEA/AF







# Apéndice 1B- Consulta Ciudadana

