



ALMACENAMIENTOS SUBTERRANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.

PREPARADO PARA;

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)





CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	3
I.1. Nombre del proyecto	3
I.2. Estudio de riesgo y su modalidad	3
I.3. Ubicación del proyecto:.....	3
I.4. Presentación de la documentación legal	5
I.5. Promovente.....	5
I.5.1. Nombre o razón social	5
I.5.2. Registro Federal de Causantes (RFC).....	5
I.5.3. Nombre y cargo del representante legal	5
I.5.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones	5
I.6. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	5
I.6.1. Nombre o razón social	5
I.6.2. Registro Federal de Contribuyente (RFC) o CURP	5
I.6.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio	6
I.6.4. Dirección del responsable del estudio	6



I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. Nombre del proyecto

“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”

I.2. Estudio de riesgo y su modalidad

De conformidad al segundo listado de actividades altamente riesgosas para sustancias inflamables y explosivas, el GAS LP comercial señala una cantidad de reporte de 50,000 kg., con base en lo antes señalado, el proyecto en “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, se recibe, almacena y transfieren cantidades superiores a las de reporte antes señalada por lo que se anexa a la presente manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, el Estudio de Riesgo correspondiente.

I.3. Ubicación del proyecto:

El terreno destinado al proyecto, son terrenos propiedad del Grupo Cydsa (en los anexos se presentan las escrituras de los terrenos).

El proyecto “Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable” se encuentra en un predio llamado Shalapa, en el Municipio de Ixhuatlán del Sureste, en el Estado de Veracruz, en una superficie total de 225.37 hectáreas, ubicado sobre la carretera de acceso a la ciudad de Nanchital, cercano a la autopista Minatitlán – Villahermosa, sus colindancias son las siguientes.

- Al norte colinda con el poblado de Nanchital
- Al sur con el poblado de Ixhuatlán del Sureste
- Al noreste con el poblado las Águilas
- Al Sureste con áreas agropecuarias y de cultivo

Teniendo las siguientes Coordenadas Geográficas de referencia:

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

En la sección de anexos se incluye el Plano de Localización del Area del Proyecto en el Municipio de Ixhuatlán del Sureste, Veracruz.



PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

El Programa General calendarizado para el desarrollo de este proyecto es el siguiente:

Etapa/obra o actividad	Años						
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26	27
Preparación del sitio							
Desmonte y despalme							
Compactación y nivelación							
Construcción							
Perforación de pozo, formación de la caverna y pruebas de hermeticidad							
Operación y mantenimiento							
Recepción y almacenamiento de gas LP							
Transferencia y entrega al LPG ducto de 24" Cactus-Guadalajara-Zapotlanejo.							
Cierre y abandono							
Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente							
Actividades de revegetación del sitio							

Se considera en este programa que la etapa de abandono del sitio, será el retiro de instalaciones provisionales y materiales sobrantes de la construcción de la ultima etapa de la operación.



PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

I.4. Presentación de la documentación legal

En la sección de anexos, se presenta copia de las Escrituras de los Predios que conforman el Área del Proyecto, el Acta Constitutiva, poder del representante legal, RFC, Identificación del representante legal, formato e5, tabla A/B y el pago de derechos,

I.5. Promovente

I.5.1. Nombre o razón social

Almacenamientos Subterráneos del Sureste, S.A. de C.V.

I.5.2. Registro Federal de Causantes (RFC)

ASS-121115623

I.5.3. Nombre y cargo del representante legal

Benito José Solares Nova

Representante Legal

En la sección de anexos, se presenta copia del Acta Constitutiva donde se incluye el poder legal.

I.5.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.6. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.6.1. Nombre o razón social

SAFE TECHNOLOGIES, S.A de C.V

I.6.2. Registro Federal de Contribuyente (RFC) o CURP

STE-040211-6N3 (Se anexa copia)



I.6.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Lic. Oscar Gonzalez Morales

Cédula Profesional: 2979068 /LIC EN DERECHO/ FOJAS 182-19/ LIBRO A297 (se anexa copia)

I.6.4. Dirección del responsable del estudio

**DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL
RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE
LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**



ALMACENAMIENTOS SUBTERRANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

"ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE"

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.

PREPARADO PARA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (AGENCIA
DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA))



CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
II.1. Información general del proyecto, plan o programa.....	5
II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa.....	7
II.1.2. Selección del sitio del proyecto	10
II.1.3. Ubicación física del proyecto.....	12
II.1.4. Inversión requerida	17
II.1.5. Dimensiones del proyecto.....	17
II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	39
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	39
II.2. Características particulares del proyecto.....	41
II.2.1. Programa General de Trabajo.....	43
II.2.2. Preparación del sitio y construcción	44
II.2.2.1. Desmante y despalle	44
II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	44
II.2.4. Etapa de Construcción.....	45
II.2.4.1. Perforación de los pozos o cavernas	45
II.2.4.2. Formación de los pozos o cavernas	45
II.2.4.3. Prueba de presión hermética.....	46
II.2.4.3.1. Propósito.....	46
II.2.4.3.2. Preparación	46
II.2.4.3.3. Inyección de nitrógeno	47
II.2.4.3.4. Iniciación de la prueba.....	48
II.2.4.3.4. Finalización de la prueba.....	49
II.2.4.3.5. Reporte de resultados de la prueba	49
II.2.5. Operación y mantenimiento	52
II.2.5.1. Filosofía de operación	52
II.2.5.1.1. Filosofía de operación del ducto de interconexión de 16" Ø operado por PEMEX.....	52
II.2.5.1.1.A. Programa de extracción e inyección.....	53
II.2.5.1.1.B. Operación Normal	59
II.2.5.1.1.C. Inicio de Operación	59
II.2.5.1.1.D. Incremento y reducción de flujo	59
II.2.5.1.1.E. Operación anormal.....	59
II.2.5.1.1.F. Condición de emergencia.....	60
II.2.5.1.1.G. Cierre o apertura de válvulas troncales	61
II.2.5.1.1.H. Monitoreo de condiciones operativas	63
II.2.5.1.1.I. Límite de Frontera	64
II.2.5.1.1.J. Protocolo de comunicación.....	65
II.2.5.1.2. Filosofía de operación de la instalación por parte de ASSE	65
II.2.5.1.2.A. Descripción general	65
II.2.5.1.2.B. Recepción de Gas LP a partir del ducto en operación hacia la caverna.	66

II.2.5.1.2.C. Envío del Gas LP desde la caverna en operación hacia el ducto.	66
II.2.5.1.2.D. Control general del proceso.	67
II.2.5.1.2.E. Equipo controlado por el SCADA de PEMEX y es estado repetido en el DCS.	67
II.2.5.1.2.F. Equipo controlado por el DCS y estado repetido en el SCADA de PEMEX.	67
II.2.5.1.2.G. Posición de las válvulas MOV en el estado estacionario.	68
II.2.5.1.3. Recepción del Gas LP desde el ducto en operación (PO1).	69
II.2.5.1.3.A. Descripción.	69
II.2.5.1.3.B. Sistema de Salmuera.	71
II.2.5.1.3.C. Ajustes de configuración para envío de Gas LP desde caverna hacia ducto.	72
II.2.5.1.3.D. Sistema de almacenamiento.	77
II.2.5.1.3.E. Sistema de Deshidratación del Gas LP.	78
II.2.5.1.3.E. Sistema de Deshidratación del Gas LP.	78
II.2.5.1.3.F. Paquete de deshidratación SG-601.	79
II.2.5.1.3.G. Sistema de medición de Gas LP.	79
II.2.5.1.3.H. Interconexión al ducto de PEMEX.	79
II.2.5.1.3.I. Sistema de reducción de presión de Gas LP.	80
II.2.5.1.3.J. Válvulas de control de presión PV-710/PV-720.	80
II.2.5.1.3.K. Válvulas combinadas de control de caudal y presión PV-215/PV-225.	81
II.2.5.1.3.L. Resumen de los puntos de ajuste (consignas).	81
II.2.6. Descripción de las obras y asociadas al proyecto.	83
II.2.6.1. Gas combustible.	83
II.2.6.1.A. Tanque de almacenamiento de gas combustible (SC-751) y bomba de gas combustible (BR-751).	83
II.2.6.1.B. Paquete de acondicionamiento de gas combustible (PC-751).	85
II.2.6.1.C. Resumen de los puntos de ajuste (Consignas).	87
II.2.6.1.D. Sistema de desfogue.	88
II.2.6.1.E. Resumen de los puntos de ajuste (consignas).	90
II.2.6.1.F. Sistema de agua de servicio.	90
II.2.6.1.F. Resumen de los puntos de ajuste (consignas).	91
II.2.6.1.G. Sistema de aire.	92
II.2.6.1.H. Otras operaciones.	92
II.2.6.1.H.1. Transferencia de la salmuera de estanque a estanque (OP3).	92
II.2.6.1.H.2. Reciclaje hacia estanque desde sumidero ESA-510.	93
II.2.6.1.H.3. Operación de cierre o paro general.	93
II.2.6.1.H.3.1. Paro general normal.	93
II.2.6.1.H.3.2. Paro de emergencia.	94
II.2.6.1.H.3.3. Paro por mantenimiento.	94
II.2.6.1.H.4. Sistema de detección/recolección de fugas de piletas.	94
II.2.6.2. Mantenimiento.	95
II.2.7. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.	102
II.2.8. Utilización de explosivos.	102
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.	102
II.2.9.1. Preparación del sitio y construcción.	102
II.2.9.2. Operación y mantenimiento.	107
II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.	107

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura II. 1. Ubicación del proyecto	13
Figura II. 2. Arreglo general del proyecto.....	38
Figura II. 3. Uso de suelo y vegetación del proyecto	40
Figura II. 4. Construcción de un pozo o caverna del proyecto	50
Figura II. 5. Dimensiones en la construcción de un pozo o caverna del proyecto	51
Figura II. 6. Diagrama de flujo del proceso del escenario 1	54
Figura II. 7. Diagrama de flujo del proceso del escenario 2.....	54
Figura II. 8. Diagrama de flujo del proceso del escenario 3.....	56
Figura II. 9. Diagrama de flujo del proceso del escenario 4.....	57
Figura II. 10. Diagrama de flujo del proceso del escenario 5.	58
Figura II. 11. Diagrama de apertura y cierre de válvulas.....	62
Figura II. 12. Límite de frontera	64
Figura II. 13. Protocolo de comunicación.....	65
Figura II. 14. Diagrama de funcionamiento de la bomba de salmuera (funcionamiento normal)	74
Figura II. 15. Diagrama de funcionamiento de la bomba de salmuera (funcionamiento de finalización normal)	75
Figura II. 16. Diagrama de flujo área de deshidratación del sistema de GLP	97
Figura II. 17. Diagrama de flujo área de inyección y retiro de LPG de la caverna.....	98
Figura II. 18. Diagrama de flujo sistema de salmuera.....	99
Figura II. 19. Diagrama de flujo área de deshidratación de LPG	100
Figura II. 20. Flujo de inyección y retiro de GLP de la caverna.....	101

INDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Coordenadas UTM Z15 WGS84 del polígono del proyecto	14
Tabla II. 2. Desglosado de costos del proyecto en la etapa de preparación del sitio y construcción	17
Tabla II. 3. Componentes y superficies del proyecto.....	18
Tabla II. 4. Caminos de acceso a pozos del proyecto.....	19
Tabla II. 5. Equipos del proyecto	34
Tabla II. 6. Pozos o cavernas de almacenamiento de LPG construidos del proyecto	36
Tabla II. 7. Pozos o cavernas de almacenamiento de LPG proyectados para el proyecto.....	36
Tabla II. 8. Programa general de trabajo	43
Tabla II. 9. Posición de las válvulas MOV en el estado estacionario.....	68
Tabla II. 10. Posición de las válvulas durante envío de GLP desde la caverna al ducto	70
Tabla II. 11. Puntos de ajuste (consignas).....	81
Tabla II. 12. Resumen de los puntos de ajuste (consignas).....	87
Tabla II. 13. Puntos de ajuste (consignas).....	90
Tabla II. 14. Puntos de ajuste (consignas).....	91
Tabla II. 15. Planos de los DTI's del proyecto	95
Tabla II. 16. Cantidad de residuos a generar en la etapa de preparación del sitio y construcción..	105

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto, plan o programa

El proyecto denominado “Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable” fue autorizado en su momento, mediante oficio **SGPA/DGIRA/DG/09519** de fecha 11 de noviembre de 2014, iniciándose operaciones el 24 de noviembre de 2017. La autorización se otorgó para 14 cavernas de almacenamiento de la 206 a la 219, iniciando con el pozo 206, en el cual se consideran las instalaciones subterráneas a toda la infraestructura que se encuentre debajo del nivel de tierra o piso terminado, como es el caso de las cavernas o domos salinos, las instalaciones superficiales que comprenden todos los equipos que se encuentren a nivel de piso dentro del límite de baterías, con una vigencia de 8 meses para la preparación del sitio y construcción y 20 años para la operación y mantenimiento, expedido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

De la misma manera, obtuvo la Autorización en materia de Cambio de Uso de suelo en Terrenos Forestales, mediante el oficio número **ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015** de fecha 14 de octubre de 2015, para una superficie de 34.7412 hectáreas de vegetación de selva alta perennifolia, emitida por la Dirección General de Gestión de Operación Integral de la Unidad de Gestión Industrial de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector hidrocarburos (ASEA).

Sin embargo, derivado de los resultados obtenidos de la mecánica de suelos, geológicos y de ubicación de la conformación de los lugares de los domos salinos fue necesario reubicar y ampliar algunas áreas previamente autorizadas en ambas autorizaciones, que en su momento no fueron hechas de conocimiento a la autoridad competente (ASEA).

Con base al párrafo anterior, la empresa Almacenamientos Subterráneos del Sureste, S.A. de C.V., solicitó de manera voluntaria la visita de inspección con el objeto de que se verificaran las declaraciones presentadas misma que dio origen a la acta de inspección número **ASEA/USIVI/DGSIVTA/AI/AMB/00015-2019** de fecha 06 de noviembre de 2019, expedida por la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Transporte y Almacenamiento de la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), y que una vez efectuada la inspección y habiéndose recibido el oficio resolutivo **ASEA/USIVI/0525/2019** de fecha 18 de diciembre 2019, donde se estableció en el Resultando IX, señala el cumplimiento de la medida número 1 que a la letra dice:

1. La persona moral denominada **ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.**, deberá someter ante la Unidad de Gestión Industrial de esta Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos a evaluación de Impacto Ambiental con su respectivo Estudio de Riesgo Ambiental, el proyecto inspeccionado, respecto a las obras y actividades no contempladas en el presente procedimiento, incluyendo la operación, lo anterior tomando en consideración los cambios y/o modificaciones sancionadas en la presente resolución, para acreditar lo anterior deberá exhibir ante esta dirección general la resolución favorable en materia de impacto ambiental de la señalada actualización dentro de un plazo de 10 días hábiles contados a partir del día siguiente de vencido el plazo señalado en el artículo 35 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente, de hasta 120 días hábiles, de conformidad con lo establecido en los artículos 17 y 57 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente en materia de Evaluación de Impacto ambiental.

Asimismo, dentro de los 30 días hábiles posteriores a que surta efecto de la presente Resolución deberá entregar ante esta Dirección General acuse de recibido por parte de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos de la presentación del trámite de evaluación de impacto ambiental de la actualización en materia de la presente resolución.

Para cumplir con dicha medida la promovente “**ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.**”, el trámite número **ASEA-00-041** “Modificaciones de la Obra, Actividad o Plazos y Términos Establecidos a Proyectos Autorizados en Materia de Impacto Ambiental para Actividades del Sector Hidrocarburos”, el 26 de mayo de 2020, el cual mediante oficio **ASEA/UGI/DGGPI/1014/2020**, de fecha 17 de junio de 2020, determinó en sus atribuciones resolver conforme a la fracción I, es decir **no es procedente** la modificación solicitada y se presente una nueva Manifestación de Impacto Ambiental, tal como lo señala el Resuelve Primero:

***PRIMERO...**, no es procedente la modificación solicitada; ya que de acuerdo a lo establecido en la medida 1 del oficio ASEA/USIVI/0525/2019 de fecha 18 de diciembre 2019, las obras y actividades motivo de esta medida requieren ser evaluadas en materia de impacto y riesgo ambiental mediante la presentación a esta AGENCIA de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en la Modalidad que corresponda y su respectivo Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), de acuerdo a lo previsto en los artículo 9, 10, 11, 12, 13, 17 y 18 del REIA.*

Por lo anteriormente, expuesto, se presenta el proyecto “**Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable**”, en cumplimiento de la medida número 1 del oficio resolutivo **ASEA/USIVI/0525/2019** de fecha 18 de diciembre 2019 y de conformidad a lo resuelto en el oficio **ASEA/UGI/DGGPI/1014/2020**, de fecha 17 de junio de 2020, para la etapas de operación, mantenimiento,

Cierre y Abandono, mediante la integración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular con Actividad Altamente Riesgosa.

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

Actualmente en el área de Tuzandépetl se localizan los domos salinos para el almacenamiento estratégico de petróleo crudo de PEMEX, con capacidad para 10 millones de barriles. Así mismo, en esta área PEMEX-Gas y Petroquímica Básica desarrollará los proyectos para almacenar gas licuado del petróleo y gas natural.

Dada la importancia de las instalaciones de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, que se localizan en el área, así como el riesgo que representa el elevado volumen de hidrocarburos almacenados, es evidente la necesidad de regular el uso del suelo en esta región y evitar los asentamientos humanos en áreas cercanas a ellas, para preservar su seguridad y evitar poner en riesgo la viabilidad de las actividades y de los proyectos industriales presentes y futuros.

Colindando con las áreas de almacenamiento de crudo y gas que se han mencionado, existen terrenos de particulares donde se proyecta la instalación de plantas industriales de características y escalas diversas, entre ellas las Subestaciones y redes de distribución de la Comisión Federal de Electricidad.

En este Municipio se encuentra un predio de 590 Ha. propiedad de PEMEX-Exploración y Producción, de las cuales 100 Ha. se reservarán para el desarrollo de un proyecto de almacenamiento de gas natural de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, y las restantes 490 has, se destinarán a la creación de una reserva ecológica, con la salvedad de que en este predio se podrán desarrollar únicamente las actividades industriales relacionadas al almacenamiento de gas natural mencionado, sujetándose a la normatividad ambiental vigente al momento de llevarse a cabo dicho proyecto.

El grupo Cydsa, es un grupo industrial mexicano líder en el ramo de la producción de Cloruro de Sodio (Sal Común), Cloro-Sosa-Potasa Cáustica, Hipoclorito de Sodio, Gases Refrigerantes y Cogeneración para el Auto abasto, Vapor de Alta y Baja y el almacenamiento de Gas LP en cavernas geológicamente estables, con plantas en 7 poblaciones de la República Mexicana y exporta sus productos a más de 20 naciones.

La Compañía se fundó en 1945 y hoy está integrada por 4 Operaciones principales que son Sales de Istmo, IQUISA, Quimobásicos y Almacенamientos Sustentables del Sureste.

La empresa Sales del Istmo, S.A. de C.V., y la planta de Cloro (IQUISA) dieron inicio a sus operaciones en 1958, utilizando como materia prima Salmuera Concentrada (solución de agua y sal a 300 gr/lit), que obtiene de pozos salinos ubicados en la zona de Tuzandépetl, Municipio de Ixhuatlán del Sureste, del estado de Veracruz.

La gran capacidad de almacenamiento de los domos salinos que la empresa tiene en propiedad hace posible que el proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”**, se desarrolle,

apoyando a las necesidades de Pemex en función del Mercado Nacional de Gas LP, quien en ese sentido considera que:

- Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB) es el único responsable de las ventas de primera mano del combustible, así como de la entrega del energético hasta las plantas de suministro. Pemex Refinación (PR) complementa la infraestructura productiva con cada una de sus refinerías. La logística nacional de distribución de gas LP involucra diversos medios para transportar el producto desde las instalaciones productivas y de importación hasta las terminales de distribución.
- Los centros de producción de PGPB y PR junto con el Sistema Nacional de Gasoductos, trasladan el gas LP desde las zonas productoras, ubicadas en la región Sur - Sureste.
- El gas LP de las terminales ubicadas en las regiones Centro-Occidente, Centro y Sur- Sureste del país, se suministra en su mayoría por el ducto troncal que proviene desde Cactus, Chiapas hasta Zapopan, Jalisco. En el caso de las demás terminales, localizadas al Noroeste y Noreste del país, el abasto de combustible se realiza principalmente mediante importaciones marítimas o terrestres.

Desde hace más de 14 años, CYDSA ha venido analizando con Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB) el desarrollo de diversos proyectos de gran capacidad para almacenamiento subterráneo de Gas Natural (GN) y Gas Licuado de Petróleo (LPG, por sus siglas en inglés) en el domo salino de Tuzandépetl, en donde desde hace más de 50 años, se tienen concesiones mineras para la explotación de la Sal Gema, que utiliza como materia prima para la elaboración de Cloro Sosa y Sal común en sus instalaciones en el complejo Cydsa en el área de Pajaritos, Ver.

Se decidió utilizar este tipo de almacenamiento por ser el más económico para almacenar grandes volúmenes de hidrocarburos, por su situación estratégica desde el punto de vista logístico y las características geológicas e hidrológicas del sitio.

En enero de 2011 se iniciaron las pláticas formales entre PGPB y CYDSA para evaluar el desarrollo de un proyecto para almacenamiento subterráneo de gas licuado en gran capacidad, para utilizarlo como apoyo a sus operaciones de producción, importación y transporte. Dando lugar al desarrollo del Proyecto denominado **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”**, bajo responsabilidad de la Empresa Almacenamientos Subterráneos del Sureste, S.A. de C.V., perteneciente al Grupo Cydsa.

El proyecto se desarrolla bajo un esquema de **“CONTRATO DE SERVICIO A UN PLAZO DE 20 AÑOS”** en el que, a cambio del servicio de recibo, guarda, manejo y entrega de LPG, se le pagará a CYDSA una tarifa.

El organismo que regulará este contrato será la CRE, quién otorga el permiso de almacenamiento y autorizaría la tarifa que debería pagar PGPB.

Este proyecto en su etapa de operación normal, coadyuva al desarrollo económico nacional, toda vez que fortalece la infraestructura de Pemex-PGPB en su red de suministro y distribución de LPG, tanto a la industria en general como a la producción de energía eléctrica en todo el país.

El terreno destinado al proyecto, son terrenos propiedad del Grupo Cydsa (en los anexos se presentan las escrituras de los terrenos), los cuales se encuentran delimitado por los siguientes puntos: al norte se encuentra la carretera que va del poblado de Paso Nuevo al poblado Nanchital; al sur, se localiza la Subestación Eléctrica de la CFE llamada Minatitlán II; al Este se tiene colindancia con las instalaciones de Pemex Exploración y Producción Región Sur Centro de Almacenamiento Estratégico Tuzandépetl y al Oeste se colinda con los predios propiedad del H. Ayuntamiento, con terrenos propiedad de Grupo Constructor EMCO S.A. de C.V. y con predios propiedad de la H. Sección II de la S.T.P.R.M.

Cabe destacar que a lo largo y ancho del predio en cuestión, se tiene la presencia de una cantidad importante de líneas de transmisión eléctrica (de 400 kV, 230 kV, etc.) propiedad del Comisión Federal de Electricidad. Este aspecto es de un interés relevante ya que las instalaciones de los sistemas de almacenamiento se han adaptado a los elementos físicos existentes en la zona.

La instalación tiene como finalidad de la operación de la interconexión Shalapa al Sistema de Transporte de Gas LP Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, se realiza para incrementar la flexibilidad operativa y comercial del Gas LP, aprovechando el almacenamiento subterráneo en caverna salina, esto para mantener la operación del Sistema de Transporte de Gas LP Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo para evitar el desabasto nacional de Gas LP e incrementar el valor agregado.

PEMEX Transformación Industrial programa la extracción e inyección de la interconexión Shalapa cuidando mantener la operación continua del Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, teniendo como limitantes el flujo mínimo en las estaciones de bombeo No. 3 a 6 de 120 Mbd, en la estación de bombeo No.7 de 105 Mbd, esto dependerá de la distribución de las inyecciones y extracciones del Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, por lo que la Gerencia de Coordinación Logística analizará la factibilidad operativa del transporte y según sea el caso aprobará el programa de transporte o solicitará la modificación de la distribución.

El control operativo del Sistema de Transporte por Ducto de Gas LP lo efectúa el Centro de Control Principal de Pemex logística, a través de los controladores, los cuales monitorean y controlan la operación del ducto las 24 horas de los 365 días del año, éstos indicarán al personal operativo del Cuarto de Control de Shalapa los flujos programados de inyección o extracción, así como las modificaciones que deban ejecutarse para mantenerse las condiciones operativas del Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo.

La Caverna Shalapa se diseñó para el almacenamiento, inyección y extracción de Gas LP al Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, la cual cuenta con personal operativo en el Cuarto de Control Shalapa las 24 horas de los 365 días al año y tendrán la función de mantener en forma segura las condiciones operativas de

sus instalaciones, informando en forma constante al Centro de Control Principal de Pemex Logística las condiciones anormales que puedan afectar su extracción o inyección al Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, además de efectuar los movimientos necesarios para cumplir con los programas de extracción o inyección establecidos y ejecutar los cambios solicitados por el Centro de Control Principal de Pemex Logística.

II.1.2. Selección del sitio del proyecto

El proceso geológico de la formación de los domos debe ser muy complejo, pero el mecanismo general parece bastante claro. Los domos se encuentran en áreas en las que existen depósitos evaporíticos que contienen grandes espesores de sal, la cual fluye de las áreas circundantes hacia el domo. La sal, siendo relativamente plástica, según antes se indicó, se deforma intensamente por el flujo. Este resulta, al parecer, del hecho de que la sal es de menor densidad que los sedimentos que la cubren, y cuando la columna de tales sedimentos tiene un espesor de 4000 o 5000 metros, por ejemplo, ejerce una presión suficiente para generar el flujo. Si en el fondo marino sobre el que la sal se depositó existen irregularidades, como colinas sepultadas, la carga de las rocas suprayacentes genera una componente que tiende a desplazar la sal hacia arriba, introduciéndola poco a poco entre las capas que la cubren. Si, además, existen fracturas y/o fallas, esto favorece y facilita el ascenso de la sal.

Es este el modelo de acuerdo con el cual la sal fluye hacia el domo a consecuencia de las diferencias en densidad, pero en muchos casos el movimiento de la sal puede estar notablemente influenciado por las condiciones geológicas y por las fuerzas tectónicas del área. Parece ser que la sal tiene que estar cubierta por cuando menos unos 3000 metros de sobrecarga antes de que se inicie el flujo que forma los domos. Esto sugiere que la sal puede llegar a ser más plástica bajo la presión ejercida por una gruesa cubierta de sedimentos. Por otra parte, el incremento en la plasticidad puede ser causado, en parte, por el natural incremento de la temperatura de la roca con la profundidad, pues ha podido demostrarse experimentalmente una marcada disminución en la resistencia de la sal a la deformación, a medida que aumenta la temperatura.

El sitio denominado “**Congregación Tuzandepetl donde se ubica el predio Shalapa**”, geologicamente es apto para la formación de domos salinos, los cuales son cuerpos intrusivos de sal que penetran a través de grandes espesores de rocas sedimentarias superyacentes. Se les distingue de otras deformaciones geológicas que involucran a la sal, por la forma burdamente circular o elíptica que tienen en sección horizontal y por tener dimensiones horizontales del mismo orden de magnitud, o menores, que sus dimensiones verticales. El proceso geológico de la formación de los domos debe ser muy complejo, pero el mecanismo general parece bastante claro.

Los domos se encuentran en áreas en las que existen depósitos evaporíticos que contienen grandes espesores de sal, la cual fluye de las áreas circundantes hacia el domo. La sal, siendo relativamente plástica, según antes se indicó, se deforma intensamente por el flujo.

Esta forma de almacenamiento subterráneo de gas es mucho más eficiente que el almacenamiento en tanques de superficie o en pozos agotados de hidrocarburos mediante un incremento de presión, se consigue reducir el volumen de gas unas 200 veces, aunque este valor puede variar según las características del almacenamiento. Por otro lado, los volúmenes de los almacenamientos en el subsuelo son muy superiores a los de los tanques y desde el punto de vista económico, las inversiones necesarias por m³ almacenado también son menores.

El almacenamiento subterráneo de gas natural se emplea con los siguientes objetivos:

- Disponer de almacenamiento estratégico y seguridad de suministro.
- Equilibrar la oferta y la demanda (variaciones estacionales, picos y respaldos).
- Aumentar la confiabilidad de las redes de transporte y distribución y eficientar su operación.
- Garantizar la continuidad de los servicios a los usuarios (interrupciones y perturbaciones).
- Reducir costos de servicio a los consumidores (flexibilidad y tolerancia).
- Contar con un medio de apoyo para la administración de precios.
- Racionalizar y proteger la operación de yacimientos (Huella de Carbón)

La Secretaría de Energía en su “**Prospectiva del Mercado de Gas Natural en México 2009-2024**”, refiere la importancia de los proyectos de almacenamiento Subterráneo para: Manejar las fluctuaciones de los precios y de la demanda, controlar mejor las entregas de gas natural por el Sistema Nacional de Gasoductos, y proporcionar una diversidad de servicios a los usuarios.

El desarrollo del almacenamiento subterráneo de Gas Natural obedece a prioridades de política energética, consideraciones estratégicas, y de seguridad de suministro, así como a factores comerciales y operativos de cada país.

El sitio del proyecto “**Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable**” en el predio de Shalapa es abundante en Halita siendo el mineral más abundante que se encuentra presente en el diapiro Tuzandépetl, está constituida principalmente por cristales de cloruro de sodio, lo que la hace ideal para almacenar hidrocarburos líquidos, gaseosos y residuos peligrosos, debido a las siguientes propiedades:

- Posee buena solubilidad en el agua.
- Cuenta con porosidad reducida y cerrada.
- Impermeabilidad óptima: se le considera el producto natural más impermeable y por ende que en las cavidades presenta estanqueidad (*Géostock-Co, 1986*).

Las características antes mencionadas se aprovecharon para la creación de cavidades por disolución (lixiviación). La “excavación” por este método se efectúa mediante inyección de agua a lo largo de la tubería de perforación para disolver la estructura salina. Desde el fondo de la tubería, por partes se va formando una cavidad cuyo tamaño varía según su destino. El Objetivo del proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”** en el sitio seleccionado es operar de manera eficiente las cavernas salinas autorizadas (de la 206 a la 219) diseñadas para extraer e inyectar Gas L.P. en estado líquido por medio de la interconexión al Sistema de Transporte de Gas L.P. Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, teniendo una capacidad nominal de 1,800,000 barriles cada caverna salina manteniendo un equilibrio entre la Salmuera y el Gas L.P. para no colapsar la caverna.

II.1.3. Ubicación física del proyecto

El proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”** se encuentra en un predio llamado Shalapa, en el Municipio de Ixhuatlán del Sureste, en el Estado de Veracruz, en una superficie total de 225.37 hectáreas, ubicado sobre la carretera de acceso a la ciudad de Nanchital, cercano a la autopista Minatitlán – Villahermosa, sus colindancias son las siguientes.

- Al norte colinda con el poblado de Nanchital
- Al sur con el poblado de Ixhuatlán del Sureste
- Al noreste con el poblado las Águilas
- Al Sureste con áreas agropecuarias y de cultivo



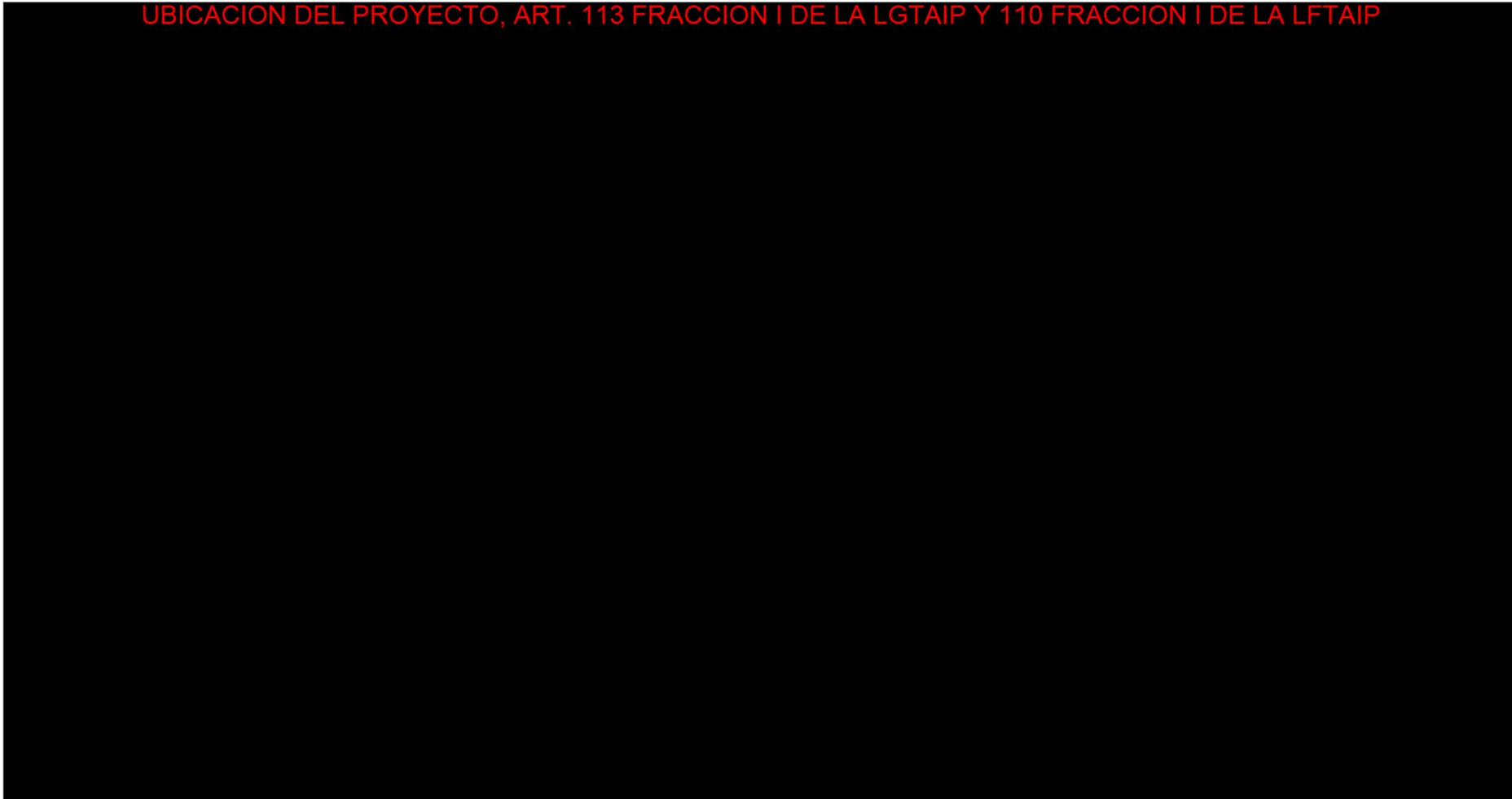
ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Figura II. 1. Ubicación del proyecto

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP





Las coordenadas del predio del proyecto "Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable" son las siguientes.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE
LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA
LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

"ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE"

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA
LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, MONTO DE INVERSIÓN, ART. 116
CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, MONTO DE INVERSIÓN, ART. 116
CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP

INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, MONTO DE INVERSIÓN, ART. 116
CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP

II.1.5. Dimensiones del proyecto

El proyecto “Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable” consta de la siguiente infraestructura ya construida y en operación.

¹ El tipo de cambio (FIX) es determinado por el Banco de México con base en un promedio de cotizaciones del mercado de cambios al mayoreo para operaciones liquidables el segundo día hábil bancario siguiente y que son obtenidas de plataformas de transacción cambiaria y otros medios electrónicos con representatividad en el mercado de cambios. El Banco de México da a conocer el FIX a partir de las 12:00 horas de todos los días hábiles bancarios, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) un día hábil bancario después de la fecha de determinación y es utilizado para solventar obligaciones denominadas en dólares liquidables en la República Mexicana al día siguiente de la publicación en el DOF. Para mayor información sobre este tipo de cambio consulte: i) las [Disposiciones aplicables a la determinación del tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera pagaderas en la República Mexicana](#), publicadas en el DOF del 22 de marzo de 1996 y modificadas por resolución publicada en el DOF del 10 de noviembre de 2009, y ii) [título tercero, capítulo V de la circular 2012/03 del Banco de México](#). (www.banxico.org.mx).

Tabla II. 3. Componentes y superficies del proyecto

Tag	Infraestructura	Superficie (m ²)	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION DE LA LFTAIP
ED-01	Edificio de cobertizo de bombas de salmuera	241.59	
ED-02	Edificio administrativo	759.00	
ED-03	Edificio cobertizo de bombas de LPG	448.00	
ED-04	Edificio de control	940.00	
ED-06	Edificio de análisis	158.00	
ED-07	Edificio de mantenimiento	210.00	
ED-08	Edificio eléctrico de procesos	490.00	
ED-10	Edificio de Cobertizo patín de medición	210.00	
ED-11	Edificio de Cobertizo bombas contra incendio	2601.95	
ED-12	Edificio de Cobertizo aire comprimido	333.00	
ED-13	Edificio de lixiviación	790.00	
ED-15	Caseta de vigilancia	60.00	
ED-16	Edificio eléctrico salmuera	335.00	
ED-30	Edificio cuarto eléctrico e instrumentación	237.00	
ED-31	Edificio de cobertizo de bombas de agua de lluvia	280.00	
ED-34	Edificio cobertizo de bombas	200.00	

Tabla II. 4. Caminos de acceso a pozos del proyecto

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE
LA LFTAIP



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA
LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA
LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE
LA LFTAIP

**COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I
DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP**



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

COORDENADS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE
LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA
LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA
LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I
DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA
LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE
LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA
LFTAIP

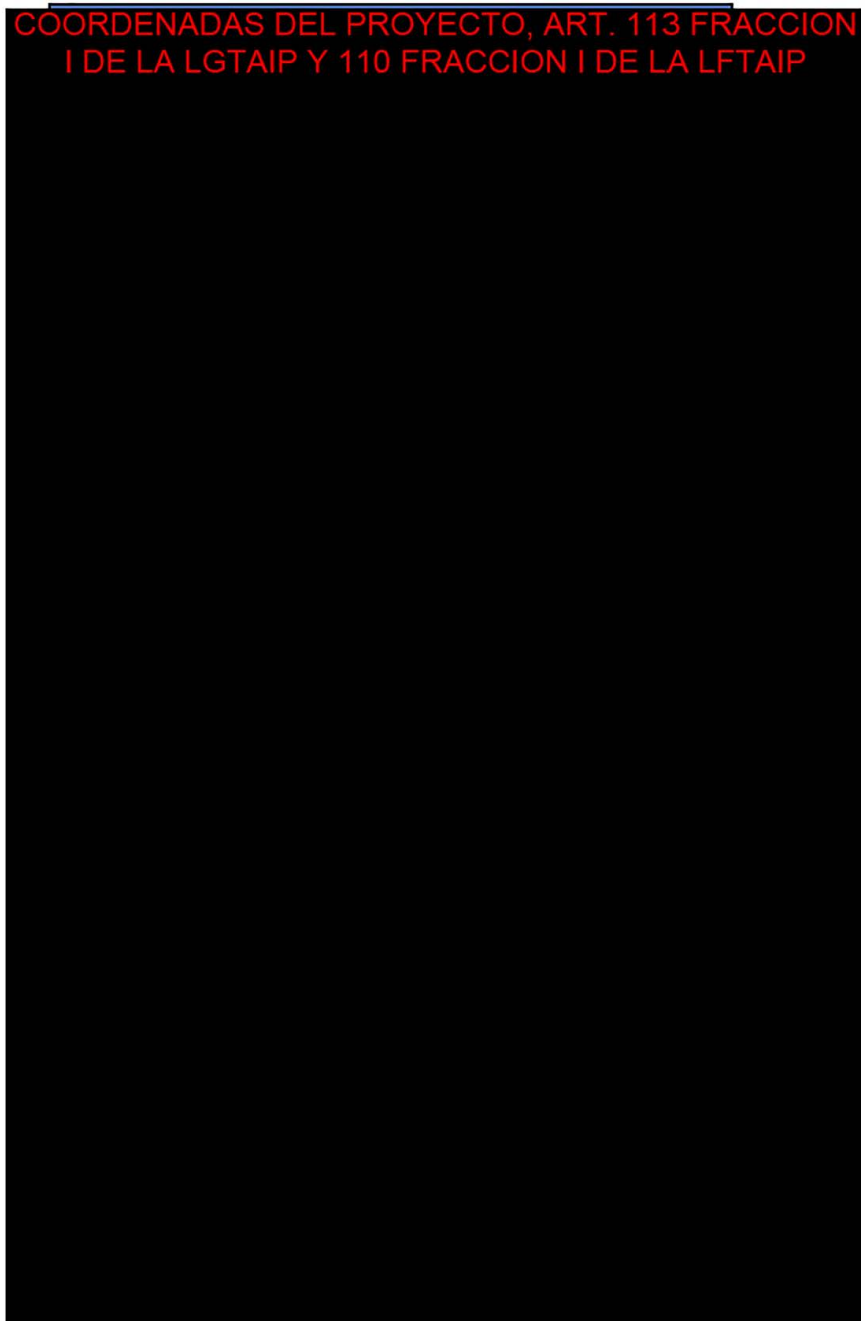


ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION
I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP





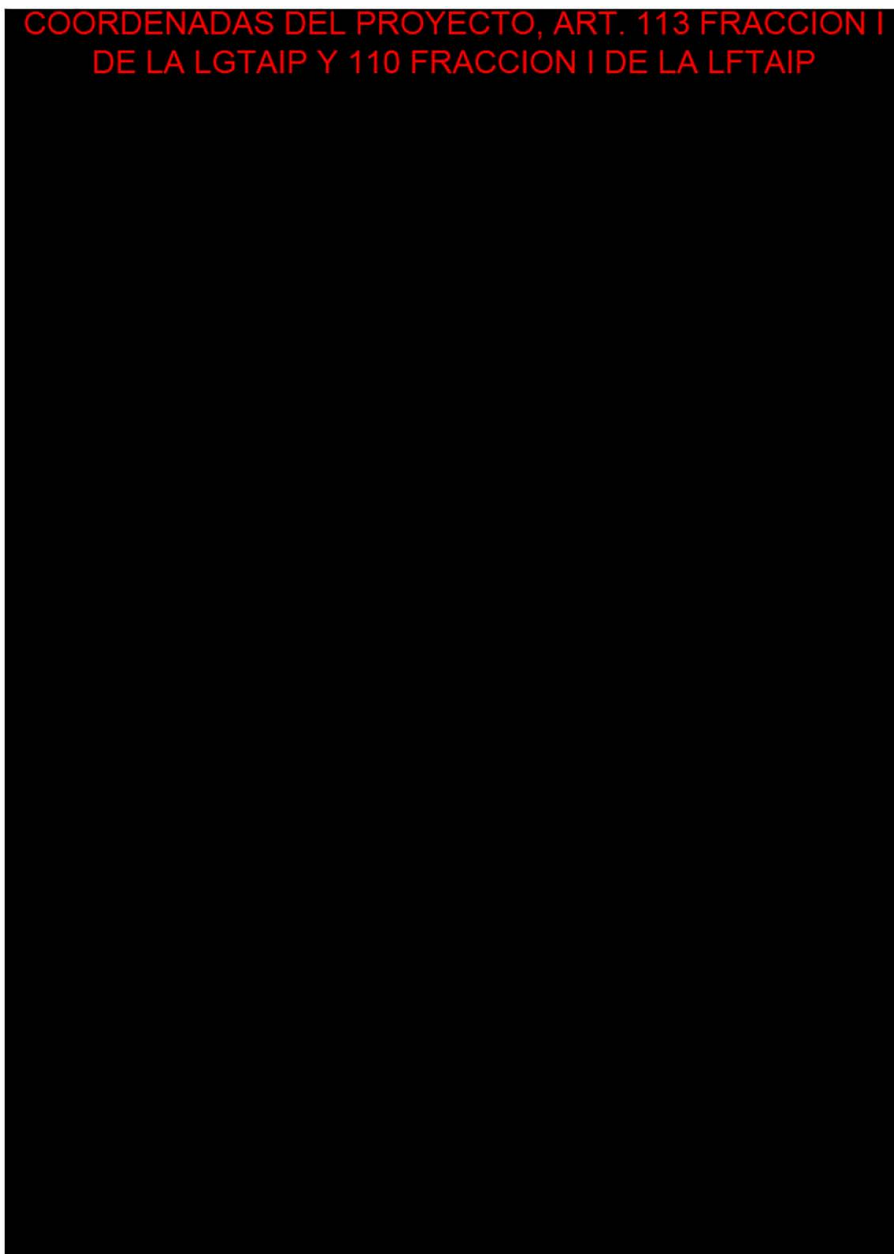
ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

POZO OPERANDO

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I
DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP





ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION
I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

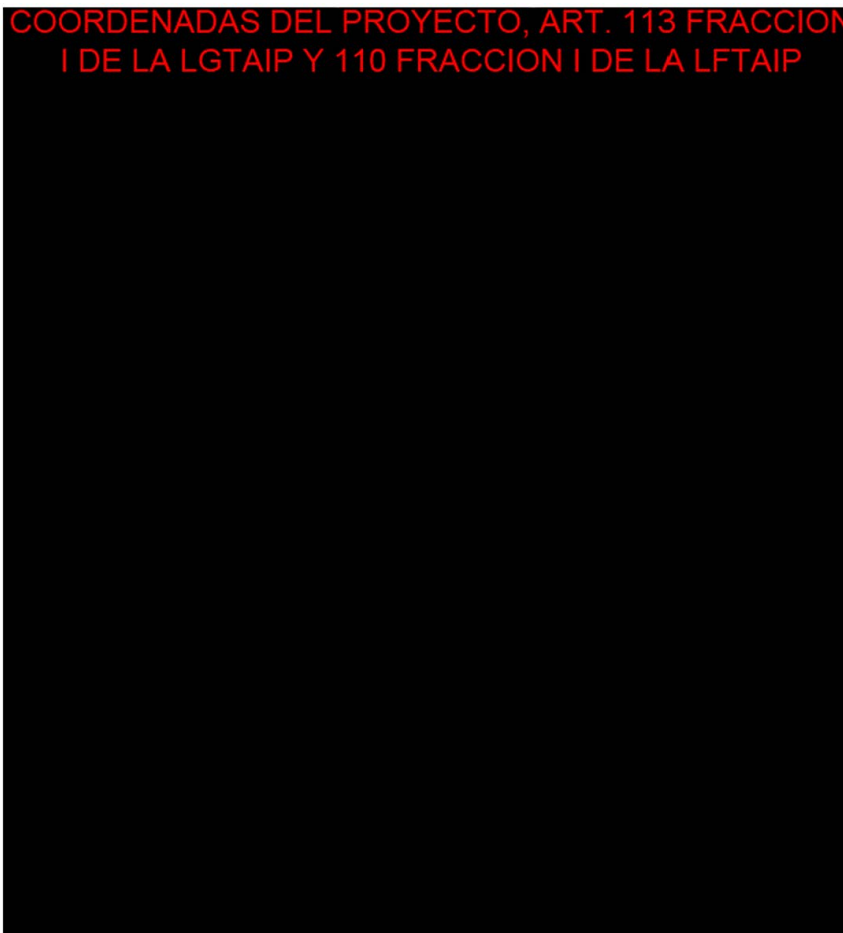


Tabla II. 5. Equipos del proyecto

Tag	Equipo
BA-514	Cobertizo de bombas
BA-512	Cobertizo de bombas
BA-511	Cobertizo de bombas
TV-502	Área de tanques
BA-20	Bombas de inyección de LPG a cavernas
BA-202	Bombas de inyección de LPG a cavernas
BA-203	Bombas de inyección de LPG a cavernas
BA-204	Bombas de inyección de LPG a cavernas
BA-501	Bomba de transferencia de salmuera
BA-502	Bomba de transferencia de salmuera
BA-503	Bomba de transferencia de salmuera
BA-801	Bomba contra incendio
BA-802	Bomba contra incendio
BA-803	Bomba contra incendio (Jockey)
BA-510	Bomba de cárcamo de purgas acuosas
BA-900	Bomba de agua de servicio
BR-751	Bomba de combustible LPG
DG-501	Desgasificador de salmuera
DG-501	Desgasificador de salmuera
ESA-501A	Pileta de salmuera
ESA-501B	Pileta de salmuera
ESA-501C	Pileta de salmuera
ESA-510	Cárcamo de purgas aguas acuosas
GE-041	Generador diésel de emergencia

COORDENADAS DEL
PROYECTO, ART. 113
FRACCION I DE LA LGTAIP Y
110 FRACCION I DE LA
LFTAIP



Tag	Equipo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP
GE-081	Generador diésel de emergencia	
PA-300	Compresión y secado de aire	
QG-002	Quemador de fosa	
QG-401	Quemador elevado	
SC-751	Tanque de combustible LPG	
SP-401	Tanque de sellos de desfogue	
TA-602	Tanque separador de agua libre (Coalescer)	
TA-301	Tanque acumulador de aire de planta	
TA-302	Tanque acumulador de aire de instrumentos	
TA-500	Tanque acumulador de aire de instrumentos	
TD-01	Trampa de recepción de diablos	
TD-02	Trampa de envío de diablos	
TV-801	Tanque de agua contra incendio	
TV-802	Tanque de agua contra incendio	
PC-751	Patin de gas combustible	
CE-751	Vaporizador de gas combustible eléctrico	
CE-752	Sobrecalentador de gas combustible eléctrico	
FL-751	Filtro para gas combustible	
SG-601	Paquete deshidratador de gas LP	
BA-601A	Bomba de recirculación	
BA-601B	Bomba de recirculación	
CF-601	Calentador de gas LP	
CO-601	Enfriador de gas LP	
DD-601	Torre desecante	
DD-602	Torre desecante	

Tag	Equipo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP
DD-603	Torre desecante	
FS-601	Filtro separador de gas	
TA-601	Tanque acumulador de agua	
PA-300	Paquete de compresión y secado de aire	
BC-301A	Compresor de aire	
BC-301b	Compresor de aire	
SA-302A	Secador	
SA-302A	Secador	
S/C	Dren	

Tabla II. 6. Pozos o cavernas de almacenamiento de LPG constr

Tag	Infraestructura	Superficie (m ²)	Volum (MMB
P-206	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-209	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-214	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8

Tabla II. 7. Pozos o cavernas de almacenamiento de LPG proyecta

Tag	Infraestructura	Superficie (m ²)	Volume (MMBLS
P-207	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-208	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-210	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-211	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-212	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-213	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8

Tag	Infraestructura	Superficie (m ²)	Volumen (MMBLS)
P-215	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-216	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-217	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-218	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8
P-219	Pozo de almacenamiento de LPG	0.72	1.8

A continuación, se muestra el plano del arreglo general del proyecto en operación “Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”, incluyéndose en el anexo de planos, una impresión en 90 x 60 para una mejor visualización el arreglo general de la infraestructura del proyecto.



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

"ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE"

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

De acuerdo al Modelo de Ordenamiento Ecológico (**MOE**), del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (**POECBRC**), parte del área del proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”** queda enclavada en la UGA No. 5 y 13. La UGA No. 5 clasificada como un uso de suelo de “Aprovechamiento Pecuario” con usos condicionados de agricultura y la UGA No. 13, con un uso “Restauración de Flora y Fauna” con usos condicionados de equipamiento e infraestructura, por otro la empresa tiene más de 50 años con las actividades de extracción de salmuera en el lugar del proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”**, adicionalmente cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, mediante el oficio No. **SGPARN.02.IRA.2561/12**, de fecha 19 de Junio de 2012, expedido por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz., el cual autoriza una superficie total de 7-77-98 hectáreas, con una vigencia de 20 años, adicionalmente se obtuvo la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, mediante el oficio No. **SGPARN.03.FS.CUS/3597/12**, de fecha 21 de agosto de 2012, para una superficie de 7.7798 hectáreas, por lo que se debe de considerar que el proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”** es acorde al **MOE** del Programa de Ordenamiento Ecológico de la CBRC.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área ubicada del proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”** es de tipo rural en la que se encuentran pequeños núcleos de población aislados entre sí, se cuenta con los servicios de vías de acceso, agua, energía eléctrica, teléfono, etc., asimismo el sitio donde se encuentran las instalaciones del proyecto, es ya una zona ocupada por las actividades de extracción de salmuera para la planta de Sales del Istmo, S.A. de C.V. y de las actividades del proyecto **“Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”**.

A continuación, se muestra el mapa de uso de suelo y vegetación.



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

"ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE"

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

II.2. Características particulares del proyecto

La actividad industrial es el almacenamiento subterráneo de Gas Licuado de Petróleo (LPG) actualmente en la caverna del pozo No. 206, donde se recibe el gas que después es desplazado por la salmuera cuando sea necesario extraerlo para su envío a distribución, en total se prevén en toda la vida útil del proyecto un total de 14 cavernas, de las cuales se encuentran construidas la 206, 209 y 214, quedando por construirse durante la vida útil del proyecto “Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable” los pozos 207, 208, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218 y 219.

El proceso para la recepción, almacenamiento acondicionamiento y entrega del LPG para su distribución se desarrolla de manera enunciativa de la siguiente manera (más adelante se desglosa la filosofía de operación del proyecto):

Recepción: El Gas LP se recibe por una tubería que va del LPGducto de PEMEX de 24” de diámetro (Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo), a una presión máxima de 57 kg/cm² y una temperatura de 27°C; la válvula de seccionamiento que está sobre el LPGducto de 24” bloqueará el paso del gas para desviarlo hacia la línea de 16” que transportará el gas LP a la caverna, pasando por un filtro para eliminar las impurezas que pudiera arrastrar el fluido antes de enviarlo al medidor de flujo.

Medición: El Gas LP que se almacenará en el domo salino, después de pasar por los filtros, pasa por los medidores de flujo másico tipo coriolis en los cuáles se medirá y registrará la cantidad de Gas LP depositado en el domo salino. Estos medidores de flujo serán bidireccionales y el Gas LP medido será enviado a la succión de las bombas de inyección de cada pozo.

Inyección: El Gas LP es inyectado en el Pozo por medio de bombas centrifugas tipo multietapas de alta presión, estas bombas inyectan el gas LP a una presión de 164.5 Kg/cm² y una temperatura de 28°C, al inyectar el gas LP dentro del domo salino, desplaza la salmuera saturada que hay dentro del domo salino hacia las piletas (lagunas superficiales) de almacenamiento de salmuera.

Almacenamiento: El gas LP se almacenará dentro de cada domo salino con una caverna de 2.6MMBLLS de (espacio), el cual tiene una capacidad operativa de almacenamiento de 1.8 MMBLS, esto es se opera al 40%. Por lo tanto, la salmuera saturada y el Gas LP estarán en equilibrio dentro del domo salino hasta que alguno de los dos fluidos sea extraído o inyectado. Este contacto directo entre el Gas LP y la salmuera propicia que el Gas LP se hidrate, por lo que se debe deshidratar previo a su entrega al LPGducto.

Deshidratación: Cuando el Gas LP almacenado dentro del domo salino es extraído, contiene trazas de agua, la cual debe ser eliminada en un secador de gas que cuenta con dos torres de secado, una en operación y la segunda en regeneración. Estas torres de deshidratación contienen un desecante sólido que al entrar en contacto retiene el agua contenida en el Gas LP, dejando salir el Gas LP seco.

Cuando el desecante sólido dentro de la torre se satura, el flujo de Gas LP es enviado a la otra torre que se encuentra fuera de operación para su deshidratación, mientras la torre anterior entra en regeneración del desecante sólido; una vez que el desecante sólido se regenera, la torre puede volver a operar.

El Gas LP deshidratado es enviado a un separador, este equipo separa el Gas LP en estado gaseoso del Gas LP licuado y el agua remanente que contenga por arrastre. El gas separado se envía a un quemador, el agua separada se envía a un tanque de recolección de agua remanente y el Gas LP licuado que sale del separador se envía a la estación de regulación de presión.

Regulación: El Gas LP licuado pasa a un patín de Regulación de Presión a una presión entre 69 – 89 kg/cm², el patín de Regulación de Presión abate la presión de la línea hasta acondicionar la presión de salida de la línea de Gas LP a un rango de 55 – 60 kg/cm².

Una vez que la presión de la línea del Gas LP licuado es ajustada se envía hacia el analizador de gases (cromatógrafo de gases).

Inspección: La sección de inspección consiste en analizar el contenido de humedad de la corriente de Gas LP. La línea de 16” de Gas Licuado cuenta con tomas de muestreo, que se envían al sistema de cromatografía de gases en donde se determina indirectamente la cantidad de humedad que se encuentra en la línea. Una vez que el Gas LP está libre de agua, sigue su trayectoria hacia los medidores de flujo tipo coriolis.

Envío: El Gas LP seco antes de ser enviado al LPG ducto de 24” de diámetro (Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo) propiedad de PEMEX, pasa por el patín de medición con el que fue medido a su llegada, pero en sentido inverso. De tal manera, los medidores de flujo tipo coriolis del patín de medición, deben ser bidireccionales para registrar el flujo de alimentación y el flujo de entrega.

Después de pasar por el patín de medición, el Gas LP licuado sigue su trayectoria por el by-pass de los filtros con los que fue filtrado a su llegada, de esta manera, el Gas LP licuado se incorpora al LPG ducto de 24” de diámetro (Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo) propiedad de PEMEX.

Almacenamiento y envío de salmuera a pozos: La salmuera que ha sido desplazada por el Gas LP del pozo de almacenamiento y que ha sido desgasificada se almacena en una pileta con capacidad de 1.88 MMBLS, la cual tendrá 4 divisiones superficiales de almacenamiento, con una capacidad de 0.47 MMBLS cada una de las divisiones, tal como se muestra en el plano anexo.

En el momento en que se requiere enviar el Gas LP de la caverna de almacenamiento al LPG ducto de 24”, la salmuera es enviada por bombas con una presión de descarga de 10 - 15 Kg/cm² aproximadamente, y una temperatura máxima de 41°C, hacia el pozo con la finalidad de desplazar el Gas LP para ser enviado a su destino final a través del LPG ducto de 24” Sistema Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo.

Servicios auxiliares: Para la adecuada operación de la estación de almacenamiento de Gas LP se requiere de servicios auxiliares necesarios para las actividades de mantenimiento y funcionamiento de la estación, los cuales son:

- Agua Contra Incendio
- Agua Potable
- Sistema de Aire Comprimido

II.2.1. Programa General de Trabajo

El proyecto “Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable” tendrá una vida útil de 25 años de manera conjunta, para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, de 2 años para el cierre y abandono. Cabe señalar que los pozos serán construidos durante la vida útil del proyecto “Almacenamiento de Gas L.P. en caverna de sal geológicamente estable”, de manera gradual conforme las condiciones del mercado permitan incrementar la capacidad de almacenamiento de LPG.

Tabla II. 8. Programa general de trabajo

Etapa/obra o actividad	Años						
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26	27
Preparación del sitio							
Desmonte y despalme							
Compactación y nivelación							
Construcción							
Perforación de pozo, formación de la caverna y pruebas de hermeticidad							
Operación y mantenimiento							
Recepción y almacenamiento de gas LP							
Transferencia y entrega al LPG ducto de 24" Cactus-Guadalajara-Zapotlanejo							
Cierre y abandono							
Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente							
Actividades de revegetación del sitio							

II.2.2. Preparación del sitio y construcción

II.2.2.1. Desmonte y despalme

La actividad de desmonte y despalme no se realizará de manera gradual en cada pozo que se vaya a construir y adicionalmente será parcial, es decir no será en todo el terreno destinado para el proyecto, ya que la mayor parte ya fue impactada anteriormente con la construcción de los pozos de salmuera y las actividades agropecuarias de los anteriores dueños del terreno, solo se desmontara la parte de la vegetación necesaria cuando la superficie cuente con la misma y que sea el sitio destinado para la construcción de la caverna o de las piletas de almacenamiento de salmuera.

Por lo que el volumen de suelo a remover por la actividad de excavación será mínimo y se aprovechara en el relleno de las áreas aledañas, pero se estima que es el equivalente a la construcción de las piletas de salmuera, cimentación de equipos mecánicos y eléctricos, edificios, nave de mantenimiento, edificios administrativos y cuartos de control.

El agua para la preparación del sitio será cruda proveniente del Río Uxpanapa o de los pozos profundos propiedad de la empresa, ubicados en Ixhuatlán del Sureste, Ver., de ambos se cuenta con el Título de Concesión otorgado por la Comisión Nacional del Agua, se cuenta con energía eléctrica de CFE y los combustibles serán únicamente el diésel que utilizará la maquinaria pesada que intervendrá en esta etapa y que temporalmente se almacenará en tambores metálicos de 200 litros que serán abastecidos de las estaciones cercanas al sitio.

De acuerdo a la conformación del terreno, casi es plano, solo existen algunas pequeñas superficies que habrá necesidad de efectuar rellenos, cuyo material a ocupar será el extraído para la construcción de piletas o de la infraestructura proyectada.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras provisionales que se instalarán en esta etapa del proyecto son oficinas móviles del residente de obra, almacenes temporales de herramienta y equipo menor para la construcción, almacén temporal para equipo del proceso (bombas, compresores, recipientes, tubería, material eléctrico y de instrumentos, etc., talleres provisionales para la construcción de tubería y pailería, comedores y letrinas portátiles para el personal de la obra. El cambio de lubricantes y reparación en su caso de la maquinaria, se realizarán dentro del sitio, en talleres existentes.

II.2.4. Etapa de Construcción

II.2.4.1. Perforación de los pozos o cavernas

Para la construcción de la caverna del pozo que servirá como almacenamiento del Gas LP, se inicia con la perforación del pozo en el domo salino a una profundidad de hasta 1800 Metros. Para la perforación de los pozos se emplean perforadoras tipo rotatorio y rotatorio combinado con martillo, utilizando como fluido de perforación: agua, lodos bentónicos de baja viscosidad, lodos biodegradables, espumante, aire y la combinación de estos, sean de circulación directa, inversa o neumáticos. Los equipos de perforación durante el desarrollo de la misma se realizan pruebas de productividad y de estabilización de niveles de lodos o agua, ejecutadas por medio de cuchareo, sifoneo o circulación de fluidos.

El Diámetro de la perforación exploratoria es menor al diámetro de la perforación del pozo productor, el cual es de 26" (660.4 mm) hasta llegar al nivel superior de la sal que regularmente se encuentra a 897.3 metros de profundidad, para posteriormente disminuir el diámetro de perforación a 22" (558.8 mm) y llegar hasta los 1800 metros que se requieren.

Una vez que se ha concluido la perforación y se han comprobado las pruebas de estabilidad del mismo, se procede a cementar el pozo con una caja conductora de 30" (762 mm) a una profundidad de 33 metros con tubería 5L-GR B, 0.500" de pared. El proceso se realiza en una sola operación previo acondicionamiento del pozo, para el soldado de los tramos de la tubería se emplearán soldaduras de alta resistencia a la tensión en cordones mayores que el espesor de la tubería, constituidos por lo menos de dos capas de soldadura, usando electrodos de diámetro igual o menor al espesor de la pared de la tubería, de acuerdo con las recomendaciones de la American Welding Society (AWS).

Posteriormente a la caja protectora se instala el cementado para el tubo de producción de 16" de diámetro (406.4 mm), de pared de 0.750" y de tubería X-52, cementado hasta la superficie, hasta una profundidad de 1432.7 metros, por último se instala el tubo de la salmuera de 10 3/4" (273.05 mm) de pared de 19.05 mm hasta la profundidad de 1800 metros, se anexa el arreglo de la perforación para un pozo para acceso a formación de la caverna.

II.2.4.2. Formación de los pozos o cavernas

Posteriormente, que se ha terminado la etapa de perforación del pozo exploratorio y del pozo productor, se continúa con la construcción de la caverna mediante un proceso de disolución de la sal presente a través de la técnica de minería por disolución mediante la inyección de agua, extrayendo la salmuera (sal disuelta), que es enviada por un salmueroducto de 11 Kilómetros de longitud a la planta de evaporación de sales de la empresa Sales del Istmo, S.A. de C.V., filial de la CYDSA, con un volumen total de almacenamiento de producto de 55.2 MMBBLS, quedando proyectado en su primera fase la adecuación de la caverna o pozo.

Posteriormente de manera gradual se adecuen las siguientes 10 cavernas con su conjunto de piletas durante la vida útil del proyecto. Las cavernas se diseñan con un 40% de espacio adicional como factor de seguridad y previsión de posibles sedimentos, pero la capacidad nominal de operación es de 1.8 MMBLS

II.2.4.3. Prueba de presión hermética

Una vez que se ha concluido la formación de la caverna al volumen de 3.6 MMBLS para un almacenaje operativo de producto de 1.8 MMBLS y se han instalado los equipos y tuberías superficiales, se le realiza la prueba de presión hermética, de conformidad al siguiente procedimiento:

II.2.4.3.1. Propósito

El propósito de la Prueba de Integridad Mecánica (MIT) a base de Nitrógeno-Salmuera, es determinar si una Caverna de almacenamiento (pozo y caverna) tiene una integridad mecánica adecuada para el almacenamiento de hidrocarburos. Este programa MIT consta de los siguientes pasos básicos:

- a) Inyectar Salmuera dentro de la Caverna hasta que la presión de pre-prueba es alcanzada;
- b) Inyectar Nitrógeno dentro de la Caverna hasta que la interfase Nitrógeno-Salmuera quede debajo de del asiento de la base cementada de la camisa o tubo de producción;
- c) Registrar la presión de la Salmuera en la cabeza del pozo, y a la profundidad de la interfase al principio y final de la prueba.

II.2.4.3.2. Preparación

1. Suministrar comales, bridas ciegas, y/o válvulas dobles para aislar el pozo durante la prueba. Bidas de prueba con conexiones de 2" podrían ser requeridas para las válvulas del Gas Licuado Propano (GLP) y Salmuera en el pozo (árbol de navidad).
2. Instalar equipo de monitoreo de presión en las conexiones del pozo para permitir el monitoreo de la presión en el pozo del Nitrógeno y la Salmuera.

NOTA: Registradores de presión digital y balanza de pesos muertos (digital o estándar) a utilizar en la MIT deberán ser calibrados de acuerdo con las especificaciones del fabricante y trazables con el National Bureau of Standard.

3. Proveer una conexión en la parte superior del pozo (2" diam. Interno) para permitir instalar un lubricador para la línea del registrador del pozo.
4. Suministrar una conexión en la cabeza del pozo (2" mínimo) para poder inyectar Nitrógeno dentro del anulo del GLP.

5. Presurizar la Caverna inyectando Salmuera saturada dentro de la caverna de almacenamiento. Ver la Hoja de Datos del MIT del Pozo para la presión aproximada de la Salmuera en la cabeza del pozo y el volumen aproximado requerido de Salmuera.
6. Medir y registrar, en intervalos de una hora, el volumen de fluido inyectado y la presión de Salmuera en la cabeza del pozo. El rango de presión no debe exceder 2.5 psi por minuto.
7. Monitorear la presión de la Salmuera en la cabeza del pozo hasta que esta se establezca en una presión de prueba aceptable. Los rangos de caídas de presión deberán ser menores a 10 psi/día antes de iniciar la MIT.

II.2.4.3.3. Inyección de nitrógeno

1. Colocar la línea de la unidad de registro e instalar un lubricador en la cabeza del pozo. Encender el registro de densidad base (Rayos Gamma-Gamma) y temperatura. El registro de temperatura deberá comprender desde la superficie hasta aproximadamente 100 pies (30 m.) por debajo de la profundidad propuesta de la interfase. El registro de densidad base deberá comprender desde 100 pies por debajo de la profundidad propuesta de la interfase hasta 200 pies arriba del asiento de la base de la camisa o tubo cementado.
2. Colocar la unidad de bombeo de Nitrógeno para inyectar en el anulo de GLP y posicionar la herramienta (sensor del registrador) de densidad a una profundidad aproximada de 500 pies de la superficie del suelo. Empezar a inyectar Nitrógeno a un rango lento. Mantener la temperatura de inyección del Nitrógeno al promedio de la temperatura del pozo, medir durante el registro de temperatura base. Monitorear y registrar la presión y condiciones de flujo durante la inyección en la hoja de datos del MIT del Pozo. Lista las presiones de prueba apropiadas para la prueba en la cabeza del pozo. Monitorear la diferencial de presión entre el Nitrógeno-Salmuera para asegurarse que el tubo de Salmuera no esté sujeto a condiciones de presión de colapso.
3. Encontrar la interfase de Nitrógeno con la herramienta (sensor) de densidad cuando esta pase los 500 pies de profundidad, entonces localice la interfase moviendo hacia abajo del pozo moviendo la herramienta en incrementos de 500 pies. Registrar presiones y condiciones de flujo del Nitrógeno y la Salmuera en la cabeza del pozo en cada incremento. Continúe con la inyección hasta que la interfase del Nitrógeno esté ligeramente arriba de la base de la camisa. Tome cuidados extras para no mover la interfase debajo de la base de la camisa, entonces pare la inyección.
4. Registre la profundidad de la interfase y determine el volumen de Nitrógeno inyectado. Monitoree la presión del Nitrógeno y Salmuera y los movimientos de la interfase por un mínimo de 60 minutos para

verificar las fugas en el pozo y la camisa. Verifique las conexiones, bridas y conexiones del equipo de prueba con jabonadura o equivalente para asegurarse que no hay fugas en la cabeza del pozo.

5. Si no hay indicios de fugas aparentes en la cabeza del pozo, camisa herramienta de densidad baja, reasuma la inyección de Nitrógeno. Continúe midiendo el Nitrógeno y monitoreando las presiones de la cabeza del pozo.
6. Marque la interfase de nitrógeno cuando esta pase la base de la camisa. Cuando la interfase llegue a la profundidad planeada, pare la inyección de Nitrógeno. Registre las condiciones de presión y flujo en la cabeza del pozo. Efectúe un registro de densidad para verificar la posición relativa de la interfase del Nitrógeno con respecto a la base de la camisa para asegurarse que las presiones de la cabeza del pozo son las adecuadas para la MIT. Determine el volumen total de Nitrógeno inyectado y estime el volumen del pozo de la base de la camisa a la interfase.

Ver la hoja de datos del MIT profundidad de la interfase, presiones en la cabeza del pozo y volúmenes inyectados.

7. Después de la inyección del Nitrógeno, remueva la herramienta de registro del pozo y cierre las válvulas del registro. Cierre el pozo y permita que se estabilice la temperatura del Nitrógeno a la temperatura del pozo.
8. Durante el período de estabilización de temperatura, registre las presiones del Nitrógeno y Salmuera en la cabeza del pozo. Verifique todas las conexiones de la cabeza del pozo con jabonadura o equivalente para asegurarse que no hay fugas de Nitrógeno.
9. Determine la duración de la prueba usando los datos y cálculos de prueba adecuados.

II.2.4.3.4. Iniciación de la prueba

1. Coloque la línea de la unidad de registro e instale el lubricador en la cabeza del pozo. Lleve a cabo los registros iniciales de densidad y temperatura. Los registros de temperatura deberán ser desde la superficie hasta aproximadamente 100 pies de la profundidad de la interfase. El registro de densidades deberá ser desde 100 pies por debajo de la profundidad de la interfase hasta 200 pies arriba de la camisa de producción (GLP).
2. Registrar la presión en la cabeza del pozo del Nitrógeno y la Salmuera al tiempo cuando la interfase es cruzada por la herramienta de registro.

II.2.4.3.4. Finalización de la prueba

1. Después de la duración planeada de la prueba, efectuar el registro final de presión y densidad. Los registros de temperatura deberán ser desde la superficie hasta aproximadamente 100 pies por debajo de la profundidad propuesta de la interfase. El registro de densidad deberá ser desde 100 pies por debajo de la localización de la interfase hasta 200 pies arriba de la base de la camisa (tubo de 16”) de producción.
2. Registrar la presión del Nitrógeno y la Salmuera en la cabeza del pozo al tiempo cuando la interfase es cruzada por la herramienta de registro.
3. Si los resultados indican que la prueba debe extenderse, repita los pasos 5.1 y 5.2 como se requiera.
4. Después de la prueba, el Nitrógeno puede ser evacuado de la cabeza del pozo. Después que la tubería es reconectada a la cabeza del pozo, la presión de la Salmuera puede ser aliviada. No permita que el cambio de presión de la Caverna exceda 2.5 psi por minuto.

II.2.4.3.5. Reporte de resultados de la prueba

1. Prepare un reporte escrito presentando el programa de la prueba, resultados, y conclusiones, cronología de las actividades de la prueba, registros de la línea de registro, registros de presiones de la cabeza del pozo y cálculos soporte.

Figura II. 4. Construcción de un pozo o caverna del proyecto

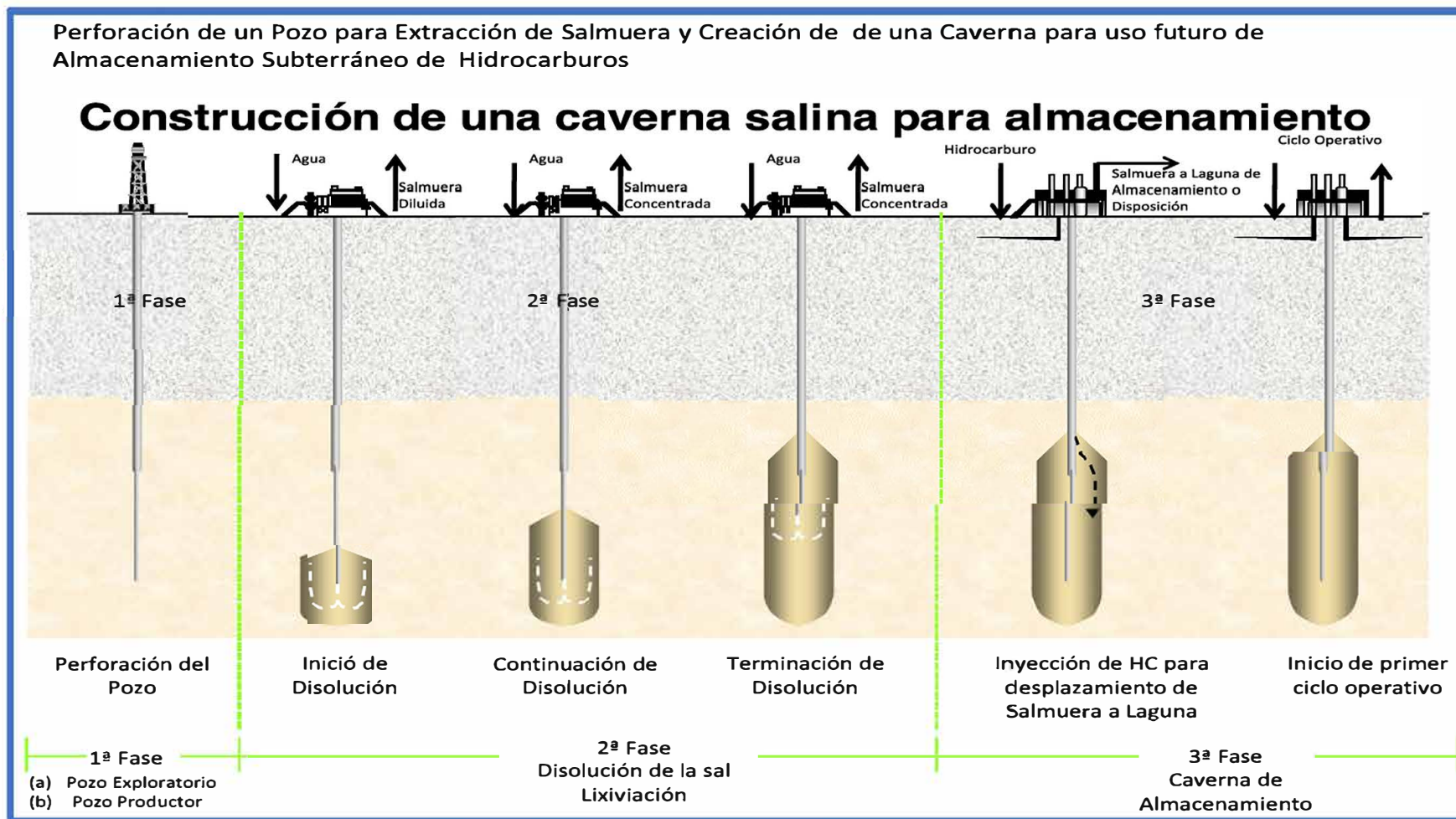
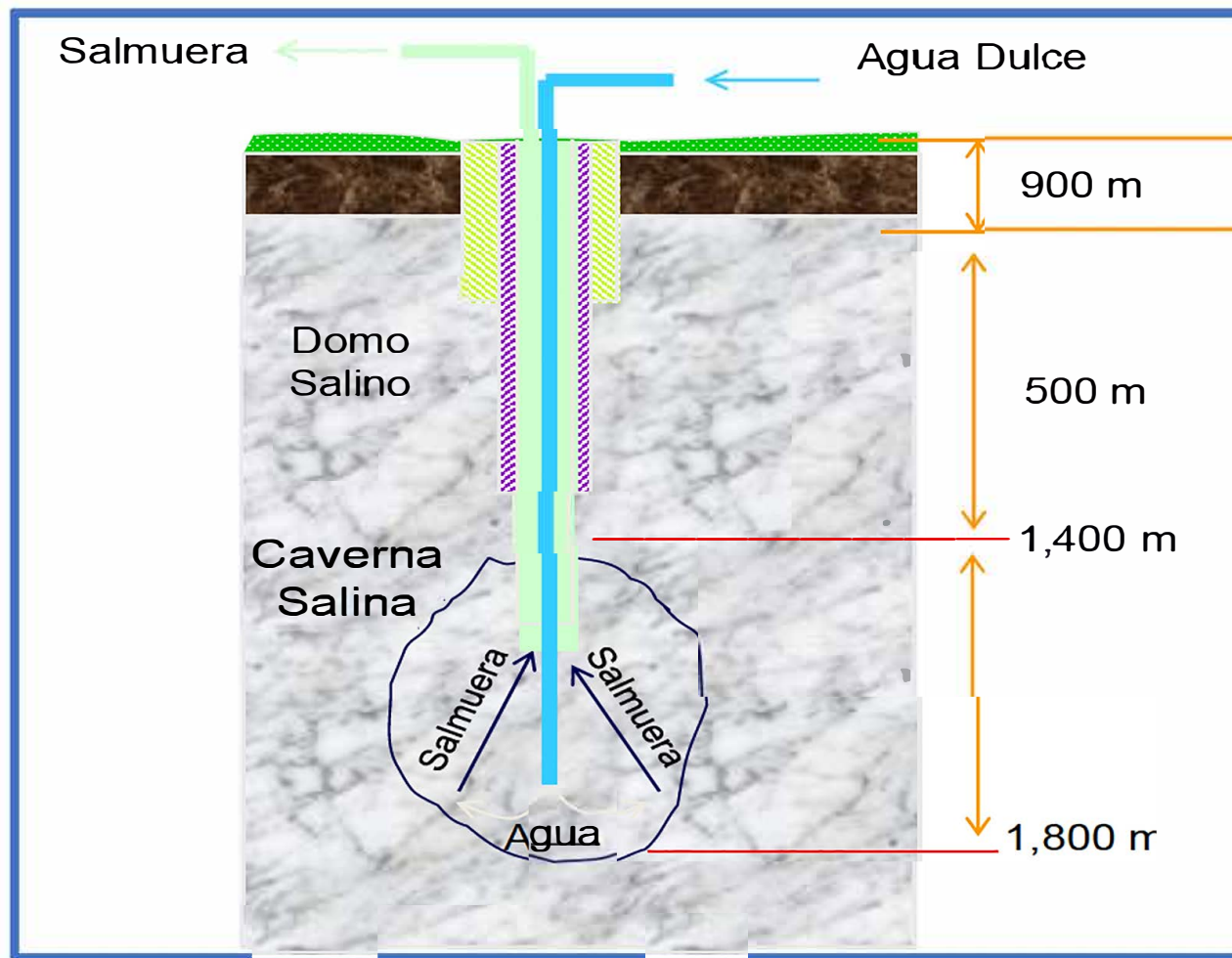


Figura II. 5. Dimensiones en la construcción de un pozo o caverna del proyecto



II.2.5. Operación y mantenimiento

II.2.5.1. Filosofía de operación

El objetivo es establecer los requisitos mínimos dentro de un marco determinado, que debe conocer y cumplir el dueño de la planta para definir su propio programa de operación, inspección, evaluación y mantenimiento preventivo/correctivo adecuado de la planta involucrando todos los parámetros que garanticen la integridad mecánica de las Instalaciones.

Este documento proporciona una descripción del proceso, así como pautas para asegurar el monitoreo y operación confiable de los sistemas que constituyen las Instalaciones de la planta "Almacenamiento Subterráneo de Gas LP" (Shalapa - Veracruz, México).

Estas directrices resultan de una descripción de las Instalaciones entregadas, así como de su operación en condiciones normales y conformes a las condiciones del diseño básico de la planta.

No pretenden ser en modo alguno instrucciones auto portantes y en ningún caso se sustituyen a las instrucciones de trabajo y modos operativos desarrollados por el CLIENTE / OPERADOR, así como de la identificación de las mejores prácticas en este ámbito industrial.

Adicionalmente, el documento complementa dentro de los límites prescritos, toda la documentación aplicable de los vendedores, fabricantes y registros que se generen en los trabajos que competen a este manual, antes y durante el desarrollo de trabajos (procedimientos, manuales, planos, bitácoras, diagramas, isométricos, imágenes, memorias, estudios, correspondencia, entre otros).

II.2.5.1.1. Filosofía de operación del ducto de interconexión de 16" Ø operado por PEMEX

La interconexión Shalapa al Sistema de Transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo está en kilómetro 139+016.97 de la línea de 24" Ø Cactus-Venta de Carpio en el tramo Los Cocos-Coatzacoalcos, cuenta con dos trampas de diablos de 24" Ø una para recibo y otra envío, una línea regular de 24" Ø que interconecta las trampas de diablos, en esta línea regular se encuentra la válvula de seccionamiento XV101 de 24" Ø y dos disparos de 16" Ø hacia la estación de medición, el disparo aguas arriba se utiliza para el recibo de Gas L.P. en donde se encuentran instaladas las válvulas troncales XV103 y la MOV133.

Los transmisores de presión y los actuadores de válvulas XV101, XV102 y XV103 están enlazados al Sistema SCADA de PEMEX para el monitoreo y control desde el Centro de Control Principal de PEMEX Logística, así mismo se tiene enlazado para visualización los actuadores de las válvulas MOV132 y MOV133. Los transmisores de presión y los actuadores de las válvulas MOV132 y MOV133 están enlazados al DCS por la empresa ASSE del Cuarto de Control Shalapa para su monitoreo y control y tienen para su visualización los actuadores de las válvulas XV101, XV102 y XV103.

El patín bidireccional en el sentido para la extracción está diseñado para el recibo y medición de Gas LP hacia el almacenamiento subterráneo de la caverna salina en un rango operativo de 23 a 62 kg/cm² de presión y de 22.5 a 120 Mbd de flujo, por tres peines de medición, dos operando y uno disponible. En flujos menores a 45 Mbd se debe operar por un solo peine de medición y se dejarán dos disponibles.

El patín bidireccional en el sentido para la inyección está diseñado para la entrega y medición de Gas L.P. al sistema de transporte de Gas L.P. Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo que proviene del almacenamiento subterráneo de la caverna salina en un rango operativo de 23 a 62 kg/cm² de presión y de 30 a 120 Mbd de flujo.

La Estación de medición bidireccional de la interconexión Shalapa para la extracción e inyección de Gas L.P. esta enlazada al sistema SCADA de PEMEX para el monitoreo y control del Sistema de Transporte de Gas L.P. Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo desde el Centro de Control Principal de PEMEX Logística y está diseñada en cumplimiento de la normatividad vigente, cabe señalar que el Gas L.P. inyectado al Sistema de Transporte debe ser libre de agua y sales.

La caverna 206 de Shalapa está diseñada para extraer e inyectar Gas L.P. en estado líquido por medio de la interconexión al Sistema de Transporte de Gas L.P. Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, teniendo una capacidad nominal de 1,800,000 barriles manteniendo un equilibrio entre la Salmuera y el Gas L.P. para no colapsar la caverna.

II.2.5.1.1.A. Programa de extracción e inyección

El programa de inyección y extracción de la interconexión de Shalapa esta acordado entre la caverna Shalapa y Pemex Transformación Industrial. La Subgerencia de Control de Flujos analizará el programa de inyecciones y extracciones al Sistema de Transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo y de ser aprobado, elaborará el Programa Semanal de Transporte del LPG ducto 24"-20"-14" Cactus-Zapotlanejo para la distribución a terminales de Gas L.P., que incluye la inyección o extracción de la interconexión Shalapa.

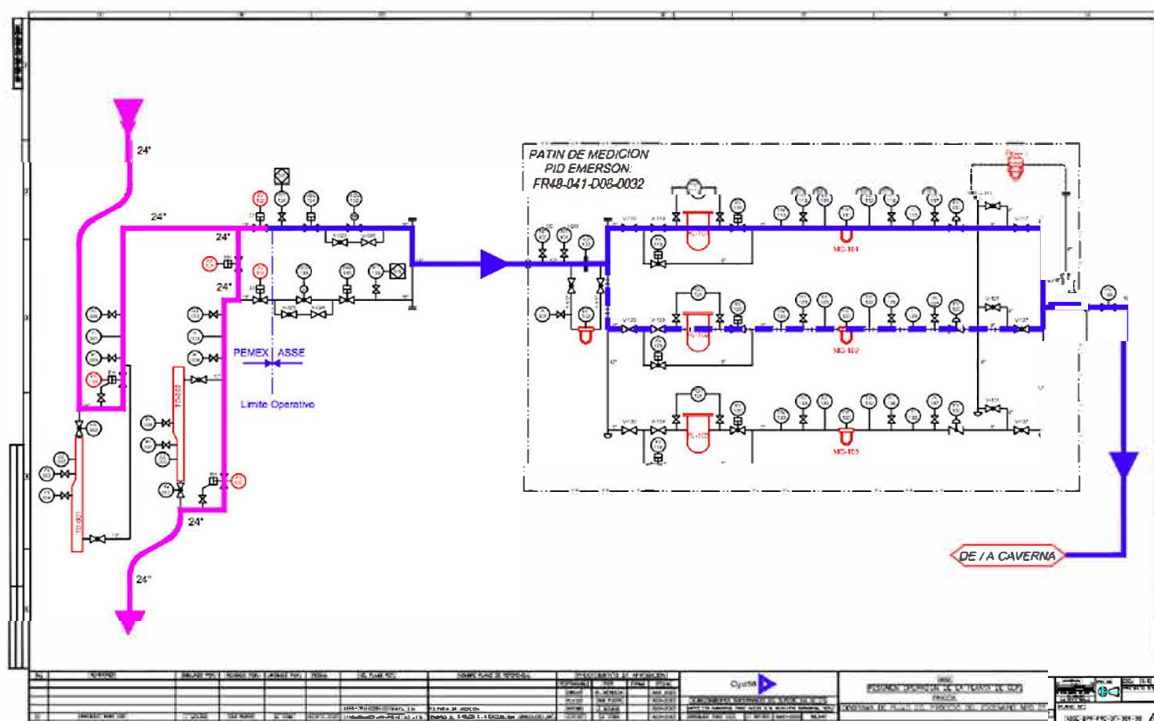
Los escenarios operativos previstos para la inyección al ducto y extracción del ducto en la interconexión Shalapa son los siguientes:

1. El recibo de la Caverna Shalapa se realizará cuando exista excedente de producto y podrá recibir de Nuevo Pemex, Cactus, Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios (TASP) Pajaritos (producto frío y caliente) y de la descarga de los buques tanques.

La Caverna Shalapa recibirá Gas L.P. de acuerdo al programa establecido con el Centro de Control Principal de Pemex Logística, pero seguirá fluyendo Gas L.P. aguas abajo del punto de interconexión.

En este escenario se tendrán abiertas las válvulas XV102 de recibo hacia la Caverna Shalapa, la válvula ASSE MOV132 y la válvula XV101 de seccionamiento, la válvula XV103 de inyección al ducto de transporte puede quedar abierta o cerrada, y la válvula de ASSE MOV133 de inyección al ducto se mantendrá cerrada.

Figura II. 6. Diagrama de flujo del proceso del escenario 1.

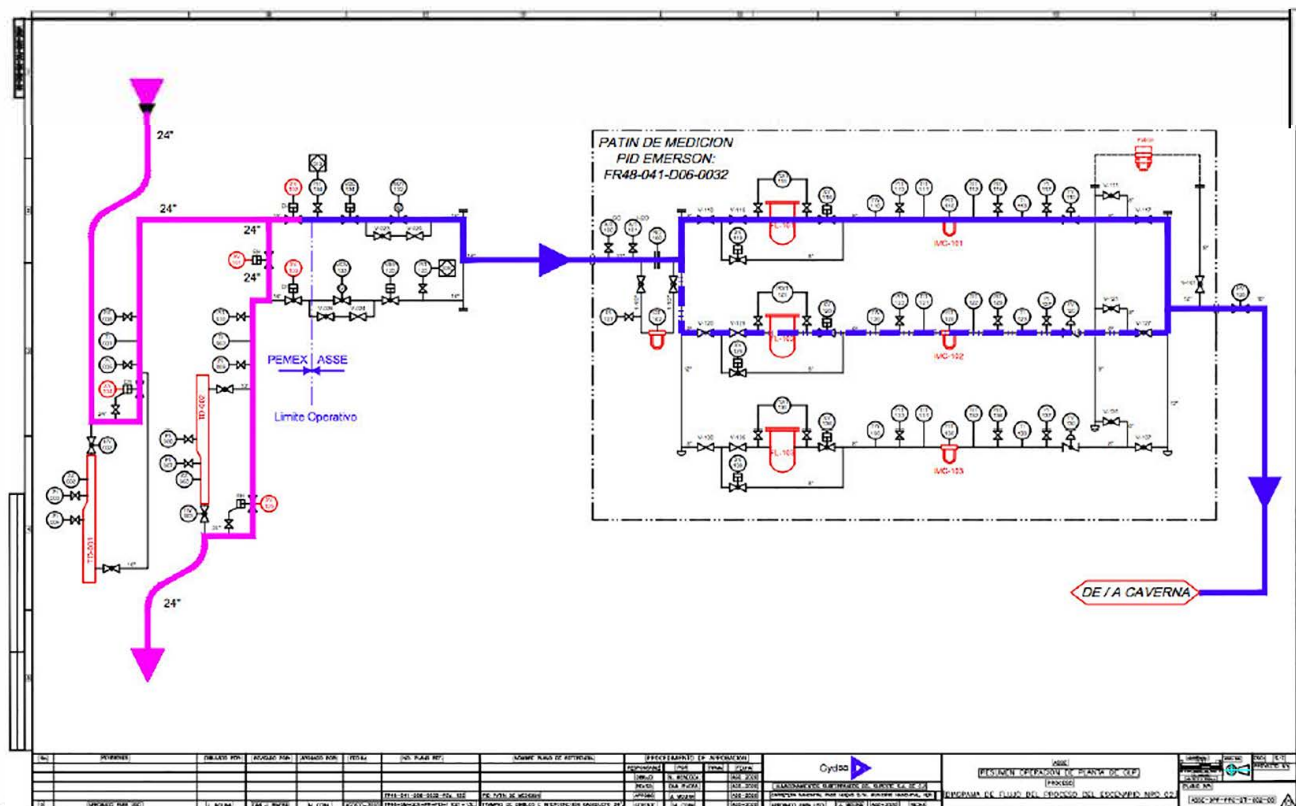


- La inyección de la Caverna Shalapa al ducto se realizará cuando se tengan programas altos de transporte al LPGducto y no se cuente con producto disponible ya sea en Nuevo Pemex, cactus y la TASP Pajaritos.

La Caverna Shalapa inyectará Gas L.P. de acuerdo al programa establecido por Centro de Control Principal de Pemex Logística, pero seguirá fluyendo Gas L.P. aguas abajo del punto de interconexión.

En este escenario tendrán abiertas la válvula XV103 de inyección al ducto de transporte, la válvula ASSE MOV133 y la válvula XV101 de seccionamiento, la válvula XV103 de seccionamiento, la válvula XV102 de recibo hacia la Caverna Shalapa puede quedar abierta o cerrada, y la válvula de ASSE MOV132 de recibo hacia la Caverna se mantendrá cerrada.

Figura II. 7. Diagrama de flujo del proceso del escenario 2.

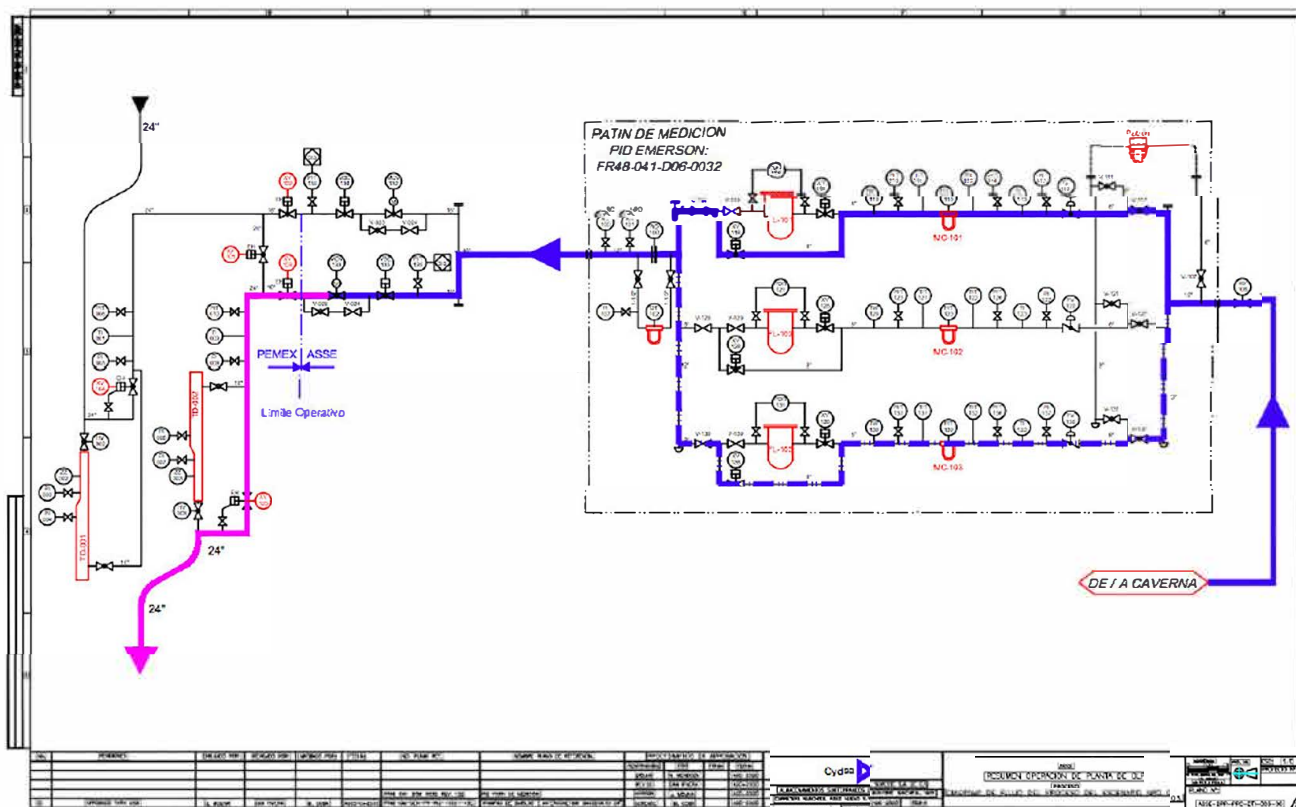


- La inyección de la Caverna Shalapa solo al ducto se realizará cuando exista una emergencia o falla en el ducto aguas arriba del punto de interconexión.

En este escenario se tendrá cerrada la válvula XV101 de seccionamiento, abiertas las válvulas XV103 de inyección al ducto de transporte y la válvula ASSE MOV133, la válvula V192 de recibo hacia la Caverna Shalapa puede quedar abierta o cerrada, y la válvula de ASSE MOV132 de recibo hacia la Caverna se mantendrá cerrada.

El flujo a inyectar será de 120 Mbd. En caso de ser posible, la producción de Nuevo Pemex y Cactus será recibida en la TASP Pajaritos.

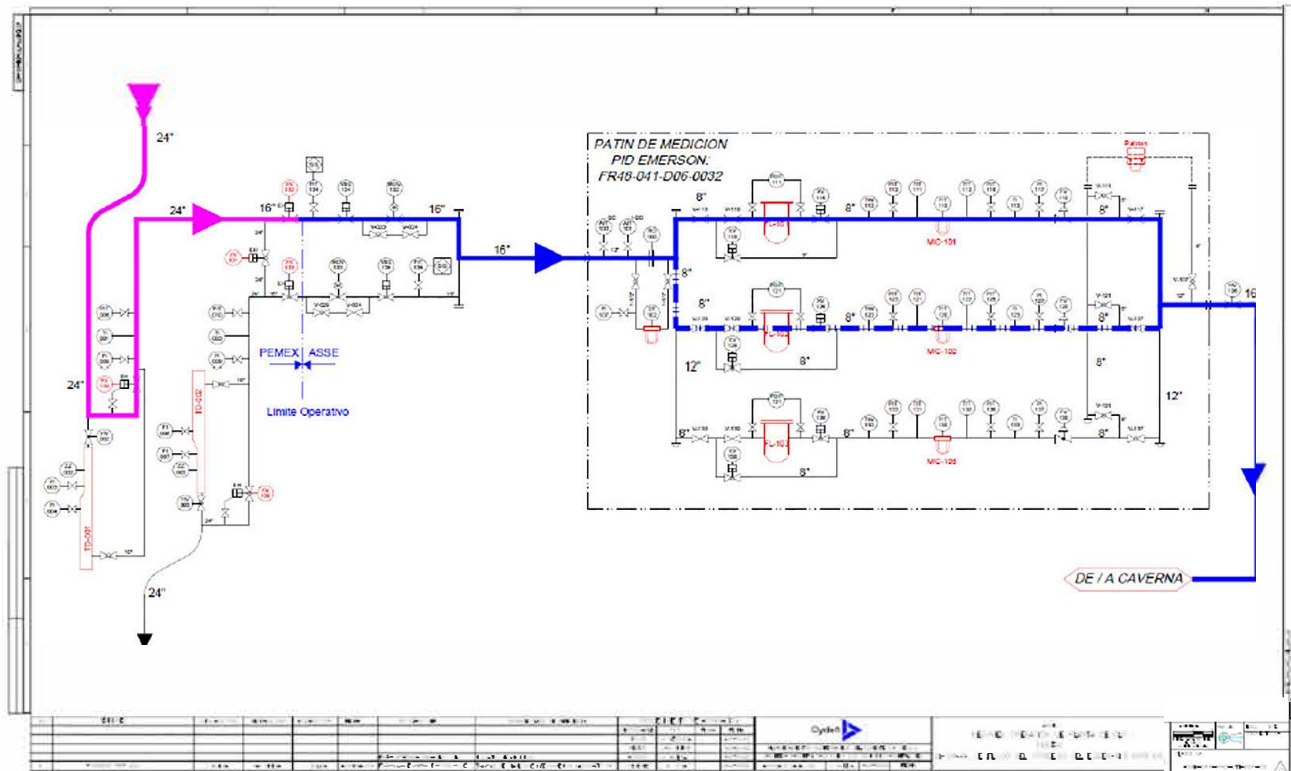
Figura II. 8. Diagrama de flujo del proceso del escenario 3.



- El recibo en la Caverna Shalapa cuando exista falla aguas abajo del punto de interconexión, se realizará de la siguiente forma.

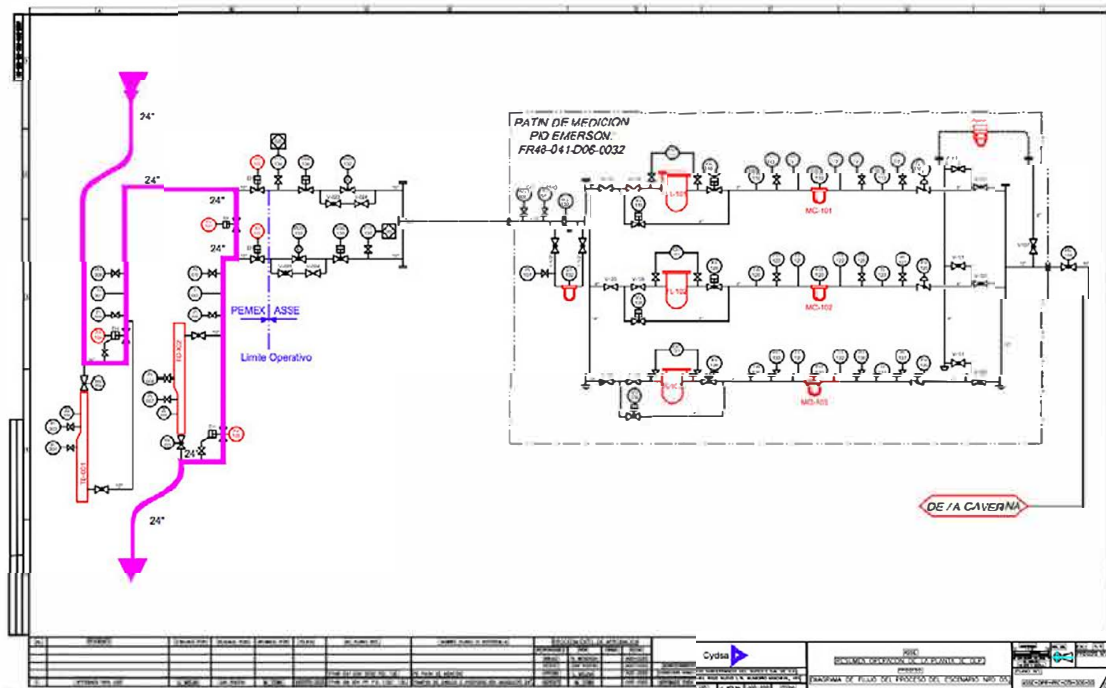
En este escenario se tendrá cerrada la válvula XV101 de seccionamiento, abiertas la válvula XV102 de recibo hacia la Caverna Shalapa y la válvula ASSE MOV132, la válvula XV103 de inyección al ducto de transporte puede quedar abierta o cerrada, y la válvula de ASSE MOV133 de inyección al ducto se mantendrá cerrada, por lo que se recibirá el producto de Nuevo PEMEX, cactus y la TASP Pajaritos.

Figura II. 9. Diagrama de flujo del proceso del escenario 4.



5. Cuando la Caverna Shalapa no esté en operación, esto es sin recibo y sin inyección al ducto, se tendrá abierta la válvula XV101 de seccionamiento, las válvulas XV102 de recibo hacia la Caverna Shalapa y XV103 de inyección al ducto de transporte pueden quedar abiertas o cerradas, y las válvulas de ASSE MOV132 de recibo hacia la Caverna y MOV133 de inyección al ducto se mantendrán cerradas

Figura II. 10. Diagrama de flujo del proceso del escenario 5.



Los anteriores escenarios tienen un rango de operación de:

Extracción del LPGducto

Condiciones normales 120 Mbd

Flujo mínimo 22.5 Mbd

Flujo máximo 120 Mbd

Inyección al LPGducto

Condiciones normales 120 Mbd

Flujo mínimo 30 Mbd

Flujo máximo 120 Mbd

Presión de 23 a 62 kg/cm² en inyección/extracción

Para flujos menores a 45 Mbd se debe operar por un solo peine de medición y se dejarán dos disponibles y el cuarto de control de la caverna shalapa informará los movimientos en los peines al centro de control principal de PEMEX Logística.

II.2.5.1.1.B. Operación Normal

Antes de efectuar cualquier cambio programado se debe verificar lo siguiente:

- La comunicación por voz entre el centro de control principal de PEMEX Logística y el cuarto de control de la caverna Shalapa esté disponible y sea confiable.
- Conocer el programa de extracción o de inyección de la caverna Shalapa.
- Realizar la apertura o cierre de las válvulas, indicados en los escenarios y de acuerdo al programa a ejecutar.
- Informar y establecer el nuevo programa de transporte, así como las condiciones operativas a manejar.
- Confirmar que el sistema de transporte de Gas L.P. Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo y la caverna Shalapa está en condiciones de realizar ajustes operativos de acuerdo al programa.

II.2.5.1.1.C. Inicio de Operación

El centro de control principal de PEMEX Logística indicará al cuarto de control de caverna Shalapa el inicio de flujo mínimo de extracción o inyección y los ajustes secuencial y paulatinamente hasta llegar al flujo programado. El centro de control principal de PEMEX Logística solicitará al cuarto de control de la caverna Shalapa los ajustes necesarios hasta estabilizar las presiones y flujos del sistema de transporte.

II.2.5.1.1.D. Incremento y reducción de flujo

El centro de control principal de PEMEX Logística indicará secuencial y paulatinamente al cuarto de control de la caverna Shalapa las modificaciones de extracción o inyección hasta adecuarse al programa (los cambios o ajustes van en rangos de 5 a 40 Mbd). El centro de control principal de PEMEX Logística solicitará al personal operativo de la caverna Shalapa los ajustes necesarios hasta estabilizar las presiones y flujos del sistema de transporte.

II.2.5.1.1.E. Operación anormal

De presentarse una condición de operación anormal en el Sistema de Transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo el centro de control principal de PEMEX Logística solicitará al cuarto de control de la caverna Shalapa se ejecuten los ajustes de extracción o inyección necesarios para corregir la anomalía y estabilizar las condiciones de operación del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo y en su caso solicitará el bloqueo no programado de la caverna Shalapa. Posteriormente el centro de control principal de PEMEX Logística informará los ajustes realizados a la subgerencia de control de flujos para que esté solicite un programa emergente de extracciones del sistema.

De presentarse una condición de operación anormal en la caverna Shalapa que pueda o afecte la operación del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo el cuarto de control de la caverna Shalapa informará al centro de control principal de PEMEX Logística para que este indique los ajustes de las extracciones de las terminales e inyecciones de los centros productores, lo cual dependerá de las condiciones existentes en el sistema de transporte y/o en las terminales. Posteriormente el centro de control principal de PEMEX Logística informará los ajustes realizados a la subgerencia de control de flujos para que se acuerde un programa emergente de extracciones del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo.

Una vez corregida la anomalía de la caverna Shalapa informará al centro de control principal de PEMEX Logística que se encuentra en una condición segura para reanudar su programa de extracción o inyección y así restablecer las condiciones al programa original.

En caso de falla en el monitoreo y control del Sistema SCADA con la caverna Shalapa, el monitoreo continuara vía comunicación por voz entre el centro de control principal de PEMEX Logística y el personal operativo de la caverna Shalapa y de requerir el cierre de las válvulas de los actuadores XV101, XV102 y la XV103 de extracción o inyección el centro de control principal de PEMEX Logística lo solicitará al sector de ductos Minatitlán para que se realice en forma local.

En caso de pérdida de comunicación por voz entre el centro de control principal de PEMEX Logística y el cuarto de control de la caverna Shalapa, se mantendrá la última condición de operación sin realizar ningún movimiento operativo en el recibo o inyección a menos de que sea causal de riesgo no hacerlo.

II.2.5.1.1.F. Condición de emergencia

De presentarse una condición de emergencia en el sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo el centro de control principal de PEMEX Logística solicitará al cuarto de control de la caverna Shalapa se ejecuten los ajustes necesarios para administrar el riesgo de la emergencia del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo. Posteriormente el centro de control principal de PEMEX Logística informará los ajustes realizados a la subgerencia de control de flujos para que se acuerde un programa emergente de extracciones del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo. El operador de la caverna Shalapa vigilará en todo momento que la operación de la caverna esté en condiciones seguras y en su caso solicitará el bloqueo no programado.

De presentarse una condición de emergencia en la caverna Shalapa el cuarto de control de la caverna Shalapa le informará del paro no programado al centro de control principal de PEMEX Logística para que este indique los ajustes de las extracciones de las terminales e inyecciones de los centros productores, lo cual dependerá de las condiciones existentes en el sistema de transporte y/o en las terminales. Posteriormente el centro de control principal de PEMEX Logística informará la emergencia a la subgerencia de control de flujos para que

acuerde un programa emergente de extracciones del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo.

Una vez corregida la emergencia en la caverna Shalapa, el cuarto de control de la caverna Shalapa informará centro de control principal de PEMEX Logística las acciones correctivas realizadas y donde indicará que la caverna se encuentra en condiciones seguras para reanudar su extracción o inyección al sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo.

II.2.5.1.1.G. Cierre o apertura de válvulas troncales

Cuando se requiera realizar el cierre de válvulas XV102 y la XV103, el centro de control principal de PEMEX Logística deberá informar previamente al personal operativo de la caverna Shalapa para que interrumpa su extracción o inyección.

Cuando se requiera realizar la apertura de las válvulas XV102 y la XV103, el centro de control principal de PEMEX Logística solicitará previamente al personal operativo de la Caverna Shalapa la confirmación de condición segura de la instalación, en tanto no exista esta confirmación no se podrá realizar la apertura de las válvulas XV102 y la XV103.

Cuando se requiera realizar la apertura de las válvulas MOV132 y la MOV133, el personal operativo de la caverna Shalapa deberá informar previamente al centro de control principal de PEMEX Logística y solo se podrá abrir hasta que el centro de control principal de PEMEX Logística indique que se tienen condiciones seguras en el sistema de transporte para la apertura de las válvulas MOV132 y la MOV133.

Se programará mantenimiento y pruebas remotas dos veces al año para confirmar la funcionalidad operativa de apertura y cierre de los actuadores y válvulas XV101, XV102 y la XV103 de PEMEX Logística, así como los actuadores y las válvulas MOV132 y MOV133 de la caverna Shalapa. Por lo que la gerencia de mantenimiento Shalapa entregará en el mes de noviembre de cada año el programa anual de mantenimiento que le dará a los transmisores, computador de flujo, sistema de comunicaciones, actuadores y válvulas MOV132, MOV133 VBE-134 y VBE-135, las fechas deberán ser aprobadas por el sector de ductos Minatitlán, para que este empate el mantenimiento y pruebas de los actuadores y válvulas XV101, XV102 y XV103. Los mantenimientos de los actuadores MOV132, MOV133 VBE-134 y VBE-135 serán a cargo de la planta Shalapa.

Las pruebas remotas de los actuadores XV101, XV102, XV103, MOV132, MOV133 VBE-134 y VBE-135 se dividen en prueba de confiabilidad y prueba de disponibilidad. La prueba de confiabilidad se realiza antes de efectuar cualquier mantenimiento esto para confirmar la funcionalidad operativa de apertura y cierre del actuador y válvula. La prueba de disponibilidad se realiza una vez efectuado el mantenimiento programado o preventivo y después de un mantenimiento correctivo. Las pruebas remotas se realizarán con personal del

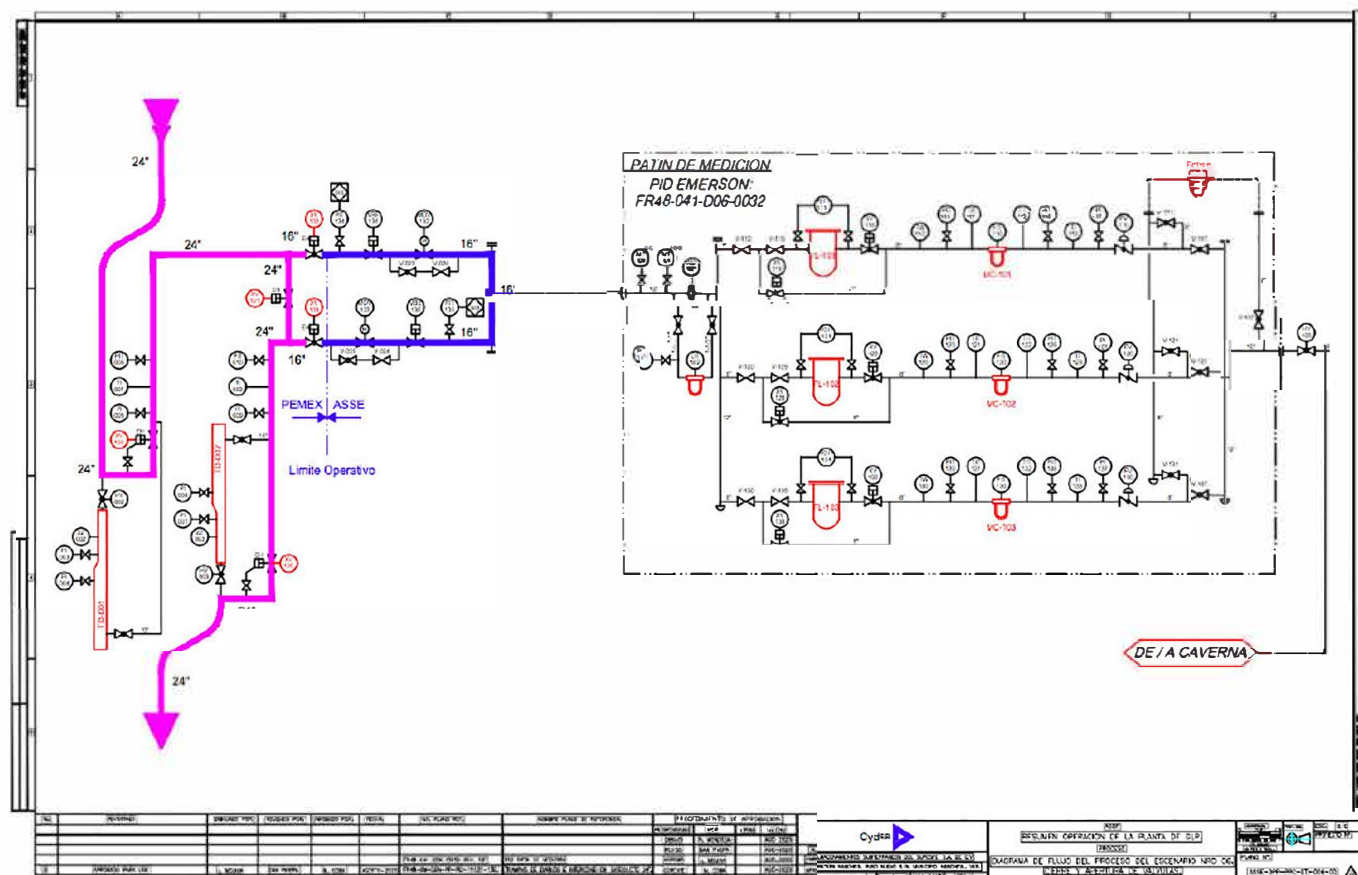
“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

sector ductos Minatitlán en sitio y en coordinación con el personal operativo de la caverna Shalapa y el centro de control principal de PEMEX Logística.

Para las pruebas del actuador/válvula XV101 y para dar continuidad a la operación del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo, el flujo pasará por el arreglo de 16"Ø propiedad de la caverna Shalapa que se encuentra antes del patín de medición en el sentido sistema de transporte-Caverna (recibo), como se muestra en la ilustración.

Las válvulas manuales V-110, V120 y V-130 de entrada al patín de medición se tendrá cerradas para aislar el ducto de transporte de las instalaciones de la caverna Shalapa.

Figura II. 11. Diagrama de apertura y cierre de válvulas



II.2.5.1.1.H. Monitoreo de condiciones operativas

Para el monitoreo y control de la caverna Shalapa se debe contar con comunicaciones por voz directas de al menos dos medios de comunicación.

Así mismo se debe de contar con un enlace al Sistema SCADA de PEMEX Logística para el monitoreo de las condiciones operativas de la estación de medición y el control de las válvulas XV101, XV102 y LA XV103 para la operación remota de apertura y cierre desde el centro de control principal de PEMEX Logística, el cual será garantizado por el cuarto de control Shalapa.

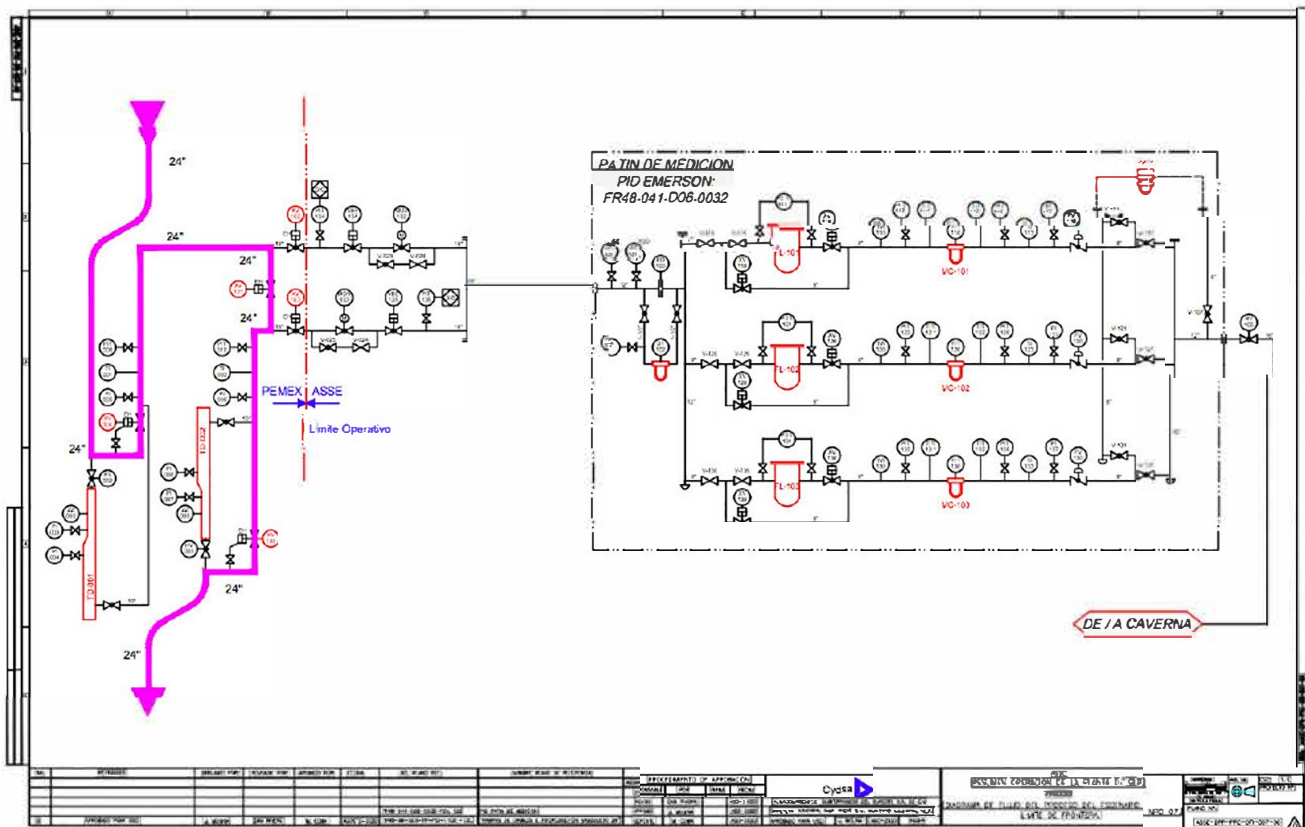
El centro de control principal de PEMEX Logística solicitará al cuarto de control Shalapa los datos operativos de extracción o inyección en barriles/hora (BPH) y presión en kg/cm² cada dos horas en horas pares, con la finalidad de verificar las señales del sistema de monitoreo SCADA y del comportamiento hidráulico del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo.

El centro de control principal de PEMEX Logística solicitará al cuarto de control Shalapa los datos operativos del balance de 05:00 hrs del día anterior a las 05:00 hrs del día actual en barriles, donde indicarán el volumen recibido e inyectado, así como la existencia actual y existencia anterior, con la finalidad de disponer de un balance operativo integral del sistema de transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo y el sector ductos Minatitlán validará la medición conforme al procedimiento administrativo respectivo.

II.2.5.1.1.I. Limite de Frontera

Se acuerda que el límite de frontera es la brida aguas debajo de las válvulas XV102 y la XV103 en el sentido de recibido de la caverna (Sistema de Transporte Cactus-Venta de Carpio-Zapotlanejo a la Caverna Shalapa), tal como se indica en la ilustración.

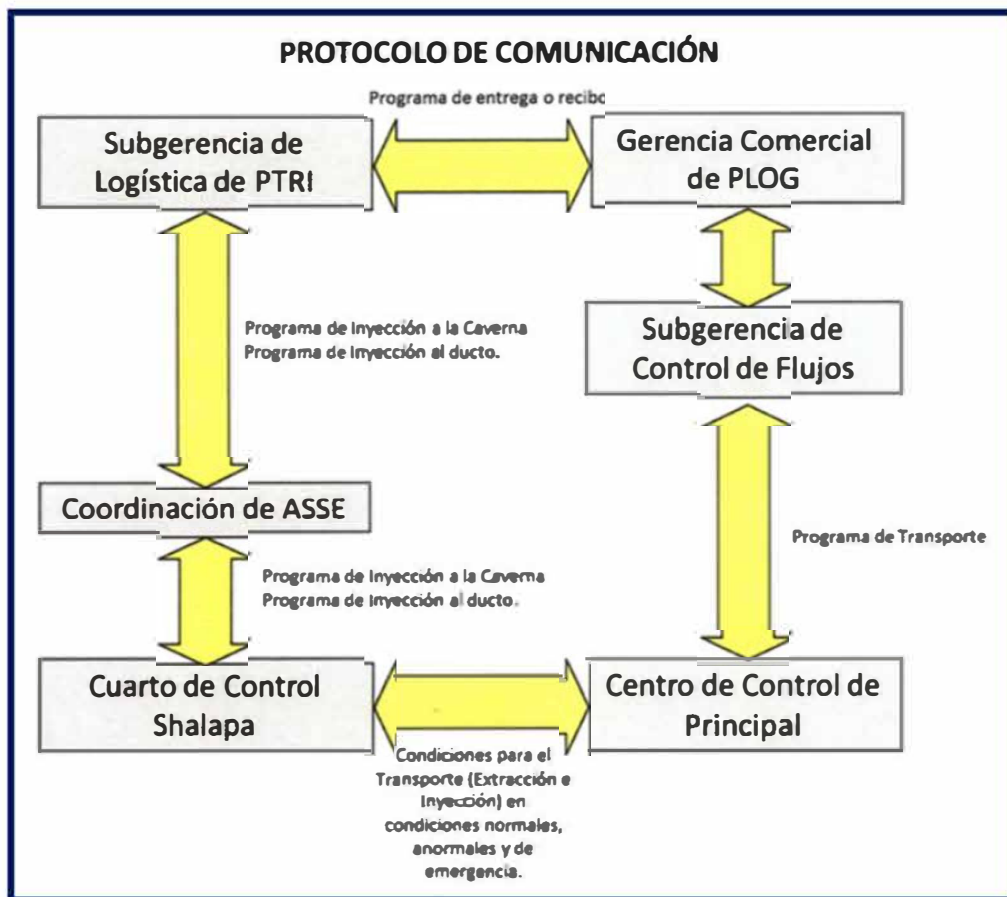
Figura II. 12. Limite de frontera



II.2.5.1.1.J. Protocolo de comunicación

La comunicación entre PEMEX Subgerencia de logística y ASSE, es la siguiente conforme a la figura.

Figura II. 13. Protocolo de comunicación



II.2.5.1.2. Filosofía de operación de la instalación por parte de ASSE

II.2.5.1.2.A. Descripción general

Las instalaciones de la Planta se pueden subdividir en los sistemas de proceso siguientes.

Recepción y Envío de gas LP.

- Referirse al DTI n° FR48-GM-GEN-PR-PID-11021

Estación de medición de Gas LP.

- Referirse al DTI n° FR48-GM-GEN-PR-PID-11022 & FR48-041-D06-0032

Bombas de inyección de Gas LP a las cavernas.

- Referirse al DTI n° FR48-GM-GEN-PR-PID-11023

Almacenamiento de Gas LP en cavernas.

- Referirse al DTI n° FR48-GM-GEN-PR-PID-11024

Estación de control de presión de Gas LP.

- Referirse al DTI n° FR48-GM-GEN-PR-PID-11026

Deshidratación de Gas LP.

- Referirse al DTI n° FR48-GM-GEN-PR-PID-11027 & FR48-003-D06-0088

Depósitos de Salmuera.

- Referirse al DTI n° FR48-GM-GEN-PR-PID-11025

II.2.5.1.2.B. Recepción de Gas LP a partir del ducto en operación hacia la caverna.

El Gas LP que entra a la instalación proviene del ducto de Gas LP de PEMEX de 24". Este gas es filtrado en los filtros de tipo canasta (FL-101/102/103), para luego ser medido por el sistema de medición bidireccional (MC-101/102/103).

Una vez filtrado y medido, el Gas LP es inyectado en la caverna por medio de bombas centrífugas horizontales de alta presión (BA-201/202/203/204).

Durante la recepción del Gas LP desde el ducto, la salmuera almacenada en la caverna es sustituida por el Gas LP. La salmuera es enviada hacia los desgasificadores (DG-501/502) para eliminar el gas disuelto y para ser luego almacenada en los estanques de salmuera (ESA-501 A / B / C).

II.2.5.1.2.C. Envío del Gas LP desde la caverna en operación hacia el ducto.

La salmuera de operación almacenada en los estanques de salmuera (ESA-501 A / B / C) es inyectada en la caverna por medio de bombas centrífugas horizontales (BA-501/502/503).

El Gas LP desplazado por la inyección de salmuera en la caverna se envía a la estación de reducción de presión (PV-710/720) con el fin de ajustar la presión. Entonces el Gas LP es enviado hacia un separador de coalescencia (TA-602) y al paquete de deshidratación (SG-601) con el fin de cumplir con las especificaciones de PEMEX (El contenido de agua máx. debe ser de 18 ppm). El Gas LP seco es medido en un sistema de medición bidireccional (MC-101/102/103) y enviado al ducto PEMEX de 24".

II.2.5.1.2.D. Control general del proceso.

Las operaciones de recepción Gas LP desde el ducto y el envío hacia el ducto desde la caverna en operación son supervisadas principalmente desde la sala de control de la planta; en cambio sólo las válvulas de PEMEX son controladas a distancia desde el sistema SCADA de PEMEX. Estas informaciones serán detalladas en los párrafos siguientes.

II.2.5.1.2.E. Equipo controlado por el SCADA de PEMEX y es estado repetido en el DCS.

Las instrumentaciones de las trampas de diablos (de recepción y envío) son operadas por PEMEX.

Sólo las cinco (5) válvulas de recepción y envíos siguientes (ref. FR 48-GM-GEN-PR-PID-11021) son controladas por el sistema SCADA de PEMEX y sus respectivos estados son repetidos en el DCS de la Planta:

- Válvula de entrada XV-104 en la línea 24"-LPG-038-ST-D02T1 de by-pass de la trampa de diablo de recepción.
- Válvula de entrada XV-102 en la línea 16"-LPG-002-ST-D01T1.
- Válvula de by-pass XV-101 en la línea 24"-LPG-040-ST-D02T1.
- Válvula de salida XV-103 en la línea 16"-LPG-001-ST-D01T1.
- Válvula de salida XV-105 en línea 24"-LPG-039-ST-D02T1 de by-pass de la trampa de diablo de envío.

Todas las válvulas manuales del ducto son operadas por PEMEX. También cabe señalar que las operaciones de limpieza están bajo la responsabilidad de PEMEX.

II.2.5.1.2.F. Equipo controlado por el DCS y estado repetido en el SCADA de PEMEX.

Los equipos siguientes son controlados por el sistema DCS de la planta y su estado es repetido en el sistema SCADA de PEMEX (Referirse al DTI FR48-GM-GEN-PR-PID-11021).

- Recepción de Gas LP del ducto.
- Envío de Gas LP hacia el ducto.
- Detección de fuego y gas de la planta.
- Volúmen de la caverna.

El paquete de medición (incluyendo el filtro y medidor de caudal/flujo) es supervisado por el sistema SCADA de PEMEX y los controles son realizados por el DCS de la Planta (elección de la dirección del flujo y selección de los patines de medición).

II.2.5.1.2.G. Posición de las válvulas MOV en el estado estacionario.

Al final de cada operación (recepción de Gas LP desde el ducto o envío desde la caverna hacia el ducto), las MOV-132, MOV-133, MOV-202, MOV-700, MOV-503, MOV-200, MOV-504, MOV- 505 deberán ser cerradas y desbloqueadas.

El operador las volverá a abrir cuando sea necesario.

La siguiente tabla resume la posición de las válvulas motorizadas (MOV) durante la recepción de Gas LP desde el ducto y del envío desde la caverna hacia el ducto en modo estacionario:

Tabla II. 9. Posición de las válvulas MOV en el estado estacionario

Válvulas Motorizadas MOV	Durante la recepción de Gas LP desde el ducto	Durante el Envío de gas LP desde la caverna hacia el ducto	Modo estacionario
MOV-132	O	C	C
MOV-133	C	O	C
MOV-200	O	C	C
MOV-202	O	C	C
MOV-700	C	O	C
MOV-503	O	O	C
MOV-504	O	C	C
MOV-505	C	O	C

O: Abierto; C: Cerrado

Durante la Recepción de Gas LP desde el ducto o envío desde la caverna hacia el ducto, la posición de las válvulas MOV resumida en la tabla anterior será "Reservada Cerrada" o "Reservada Abierta" según la posición requerida.

El XV-104 / XV-101 o el XV-101 / XV-105 deberán estar siempre abierta de manera a estar permanentemente abierta hacia un lado u otro lado del ducto.

Los dos enclavamientos o bloqueos (interlock) siguientes existen:

- Bloqueo/enclavamiento de las MOV-132 y MOV-133: cuando la MOV-132 no está cerrada, la MOV-133 no puede estar abierta y viceversa.

- Bloqueo/enclavamiento de las MOV-504 y MOV-505: cuando la MOV-504 no está cerrada, la MOV-505 no puede estar abierta y viceversa.

II.2.5.1.3. Recepción del Gas LP desde el ducto en operación (PO1).

II.2.5.1.3.A. Descripción.

El Gas LP recibido del ducto de 24” de PEMEX llega con una presión de 52 a 57 kg/cm² g, y un caudal de 400 ton / h basado en un gas de referencia que tiene una densidad de 0.504 kg/l a 15.6 ° C.

El Gas LP proveniente del ducto de 24” de PEMEX entra en las instalaciones sin pasar por la trampa de diablos. Se filtra en los filtros de tipo canasta (FL-101/102/103), y es medido en el sistema de medición bidireccional (MC-101/102/103).

Antes de enviarlo al sistema de bombeo de Gas LP, se mide la humedad (contenido de agua) y la calidad del producto (relación de propano y butano) con el análisis del punto de rocío de agua y el cromatógrafo.

Si al momento de inyectar a la caverna, la presión al PIT-201 está muy baja y el PSL 201 activado, el operador podrá utilizar la función override, desde la pantalla del SIS.

Esto activará la función de inhabilitar el PSL 201 durante 60 Sec (tiempo para que el operador abra las válvulas y que suba la presión para que se desactive el PSL 201) y seguir la operación normal de inyección.

Una vez analizado, el Gas LP es inyectado en la caverna mediante las bombas centrífugas horizontales de alta presión (BA-201/202/203/204).

Tres (3) bombas se utilizan en el funcionamiento normal para asegurar el caudal nominal y una cuarta bomba será utilizada como repuesto.

El Gas LP inyectado empuja la salmuera de la caverna y la envía hacia los desgasificadores (DG-501/502) para eliminar el gas disuelto y almacenarse en los estanques de salmuera (ESA-501 A / B / C).

La figura siguiente representa un esquema de los movimientos de producto durante la recepción de Gas LP desde el ducto en operación.

La siguiente tabla resume la posición de las válvulas durante el envío de Gas LP desde la caverna hacia el ducto.

Tabla II. 10. Posición de las válvulas durante envío de GLP desde la caverna al ducto

DTI	Válvula	Posición	Reservado
Línea de salmuera			
FR48-GM-GEN-PR-PID-11025	MOV-504	C	R
	MOV-505	O	R
FR48-GM-GEN-PR-PID-11024	HV-502	O	-
	MOV-503	O	R
	VBE-500	O	-
	VBE-501	O	-
	VBE-900	O / C (Note1)	-
Línea de Gas LP			
FR48-GM-GEN-PR-PID-11024	VBE-203	O	-
	VBE-204	O	-
FR48-GM-GEN-PR-PID-11023	MOV-202	C	R
	MOV-700	O	R
FR48-GM-GEN-PR-PID-11026	VBE-701	O	-
	HV-602	O	-
	HV-702	C	-
FR48-GM-GEN-PR-PID-11027	VBE-605	O	-
FR48-GM-GEN-PR-PID-11023	HV-703	O	-
	MOV-200	C	R
	MOV-210	C	-
	MOV-220	C	-
	MOV-230	C	-
	MOV-240	C	-
	VBE-201	O	-
	HV-106	LO	-

DTI	Válvula	Posición	Reservado
FR48-GM-GEN-PR-PID-11022 & FR48-041-D06-0032	XV-116/ XV-118	O / C	-
	XV-126/ XV-128	O / C	-
	XV-136/ XV-138	C / O	-
FR48-GM-GEN-PR-PID-11021	VBE-135	O	-
	MOV-133	O	R
	XV-103	O	-
	XV-105	O	-
	HV-003	C	-
	MOV-132	C	R
	VBE-134	O	-
	XV-102	C	-
	HV-002	C	-
	XV-104	C / O	-
	XV-101	C / O	-

O: Abierto; C: Cerrado; LO: Bloqueado Abierto

Nota 1: Puede estar abierto o cerrado de acuerdo con los requerimientos de inyección de agua. Durante el envío de Gas LP desde la Caverna hacia el ducto, no hay inyección de agua, por lo que el VBE-900 está cerrado.

R: Reservado (significa “Reservado Cerrado” o “Reservado Abierto” según la posición requerida durante la operación).

II.2.5.1.3.B. Sistema de Salmuera.

La salmuera procedente de los estanques de salmuera (ESA-501 A / B / C) es filtrada a través de un filtro de salmuera instalado en la línea de succión de cada bomba. La salmuera es inyectada en la caverna mediante bombas centrífugas horizontales (BA-501/502/503).

Tres bombas de salmuera (3 x 50%) son instaladas, dos (2) en funcionamiento y una (1) de repuesto, las características de las bombas de salmuera son las siguientes:

- Caudal de diseño: 436 m³/h
- Presión diferencial: 56.6 m
- Temperatura de bombeo mín / máx: 25/40 ° C

- Motor: motor eléctrico de velocidad constante

Se proporciona un circuito de reciclado común para mantener el caudal mínimo de cada bomba arrancada (una por una). Este circuito de reciclaje también se utiliza para la operación en modo de transferencia de estanque a estanque de salmuera y para la presurización de la Caverna en la secuencia del envío de Gas LP.

Cada bomba y su filtro respectivo pueden ser aislados para el mantenimiento mediante válvulas de bloqueo ubicadas en la línea de succión y descarga. Después del aislamiento, la sección de aislamiento se drena hacia el pozo ESA-510. La salmuera en el pozo es devuelta al estanque por medio de la bomba de sumidero BA-510.

Previamente al envío de Gas LP desde la Caverna hacia el ducto, el operador selecciona el estanque de salmuera con las válvulas de succión que están al cobertizo de las bombas de salmuera y para la recirculación con las válvulas que están al cabezal de los estanques.

II.2.5.1.3.C. Ajustes de configuración para envío de Gas LP desde caverna hacia ducto.

Antes de iniciar el envío de Gas LP desde la caverna hacia el ducto, es necesario presurizar la caverna.

Esta presurización de la caverna se realiza mediante una bomba de salmuera y usando la línea de flujo mínimo que va al desgasificador y también a la caverna. Para ello, se deben respetar los pasos siguientes (manejados por la OP-2):

- Paso 1. Dar una presión de consigna a la válvula de control de presión PV-560 de 6.2 kg/cm²g (La PV-560 se encuentra en el modo auto y se cerrará naturalmente cuando el punto de ajuste sea de 6.2 kg/cm² g)
- Paso 2. Abrir el MOV-503
- Paso 3: Arrancar la bomba de salmuera
- Paso 4. Abrir el MOV-504

La presurización de la Caverna está en marcha. Durante la presurización de la caverna, la presión aguas arriba de la PV-560 puede alcanzar un valor máximo de 6.4 kg/cm² g y la presión en la entrada de salmuera en la cabeza del pozo, puede alcanzar un valor máximo de 5.2 kg/cm² g.

Cuando la presión indicada por PI-506 sea de 5.0 kg/cm² g (PSH-506 de 5.0 kg/cm² g) se efectúan los pasos siguientes:

- Paso 5. Cierre el MOV-504

- Paso 6. Reducir el punto de consigna de PIC-560 a 3.2 kg / cm²g (en este caso, la bomba de salmuera está en modo de reciclado hacia el estanque y la presión de descarga de la bomba es de 8.4 kg/m²g).

Luego, abrir el MOV-505 (la presión diferencial entre la entrada y salida de esta válvula cuando empieza a abrirse es de aproximadamente 1.8 kg / cm²g).

El caudal de la salmuera hacia la caverna aumentará primero y luego disminuirá cuando la presión de la cabeza del pozo se incremente para finalmente llegar al caudal mínimo de la bomba de salmuera.

En este caso, se cumplen las condiciones para el envío de Gas LP desde la caverna hacia el ducto.

Del lado del Gas LP.

La válvula MOV-700 está cerrada. La válvula de control de presión PV-710/720 está cerrada también. Cuando el operador abre la MOV-700, la válvula de control de presión PV-710/720 se abre a lo largo de una rampa de apertura para alcanzar la presión de ajuste (60 a 62kg/cm²g, valor dado por el operador).

Los párrafos siguientes describen otras regulaciones.

Bombas de salmuera

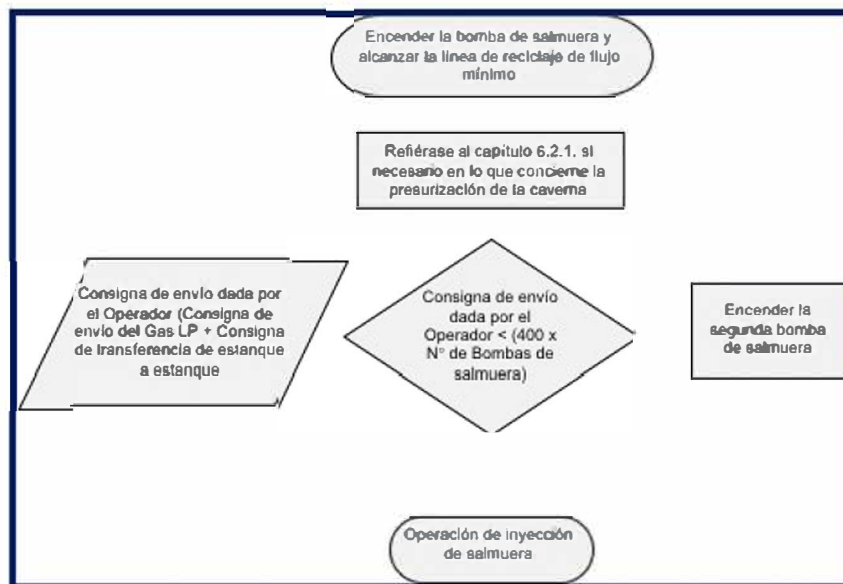
Las bombas de salmuera se utilizan para:

Envío de Gas LP desde la caverna hacia el ducto

Trasferencia de estanque a estanque

El diagrama de flujo de la bomba de salmuera para el funcionamiento normal es el siguiente:

Figura II. 14. Diagrama de funcionamiento de la bomba de salmuera (funcionamiento normal)

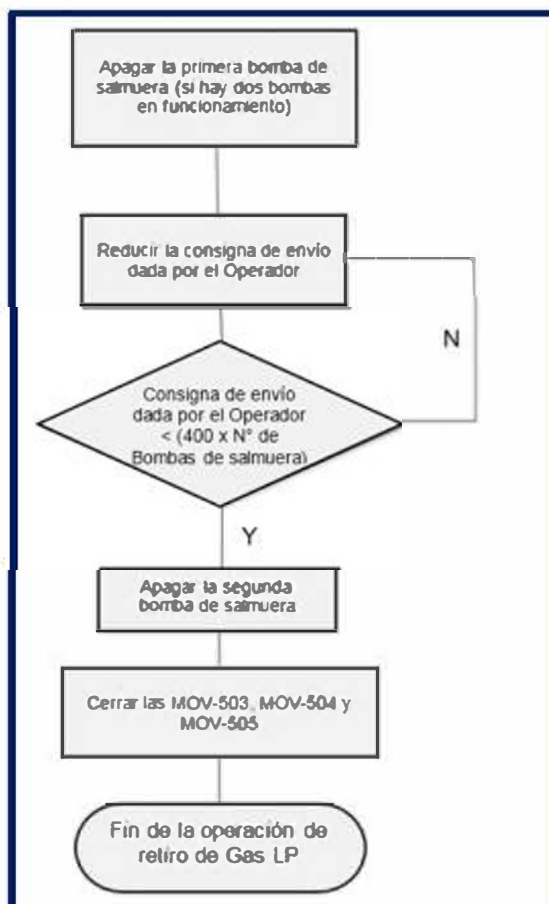


Las bombas de salmuera se controlan desde la sala de control. No hay panel local, sólo se prevé un botón de paro de emergencia (uno por bomba).

El caudal de salmuera se transmite a la descarga de la bomba (FIT-510/520/530 y FIT-540) y también a la entrada de la cabeza del pozo (FIT-500).

La presión se mide en la succión de la bomba (PIT-510/520/530), en la descarga de la bomba (PI-510/520/530 y PIT-505) y en la entrada de la cabeza del pozo (PIT-507)

Figura II. 15. Diagrama de funcionamiento de la bomba de salmuera (funcionamiento de finalización normal)



La bomba puede detenerse remotamente.

En caso de fallo de una bomba, la bomba se apaga y la bomba de repuesto debe arrancarse manualmente. Para cada bomba se proporciona un interruptor local de paro de emergencia.

En caso de que todas las bombas de salmuera estén paradas, los MOV-503, MOV-504 y MOV-505 deben estar cerrados, para evitar una presión negativa en el punto más alto de la línea de salmuera (elevación a + 43m).

El LAH-510 se dispara a un nivel alto en el estanque de salmuera ESA-501 C de 8100mm.

El LAL-510 se dispara a un nivel bajo en el estanque de salmuera ESA-501 C de 4600mm.

El LALL-510 se dispara a un nivel bajo en el estanque de salmuera ESA-501 C de 1300mm.

El LAH-512 se dispara a un nivel alto en el estanque de salmuera ESA-501 B de 8100 mm.

El LAL-512 se dispara a un nivel bajo en el estanque de salmuera ESA-501 B de 4600 mm.

El LALL-512 se dispara a un nivel muy bajo en el estanque de salmuera ESA-501 B de 1300 mm.

El LAH-520 se dispara a un nivel alto en el estanque de salmuera ESA-501 C de 8100 mm.

El LAL-520 se dispara a un nivel bajo en el estanque de salmuera ESA-501 C de 4600 mm.

El LALL-520 se dispara a un nivel muy bajo en el estanque de salmuera ESA-501 C de 1300 mm.

El PAL-510 se dispara a baja presión a la succión de la bomba de salmuera BA-501 de 0.6 kg/cm²g.

En caso de baja presión en la aspiración de la bomba de salmuera BA-501, la PSLL-510 se dispara a -0.6 kg / cm² g para protegerla contra la cavitación, apagando esta bomba. Presión by-pasiado al arranque durante 60 segundos.

El PAL-520 se dispara a baja presión a la aspiración de la bomba de salmuera BA-502 de 0.6kg/cm² g.

La PSLL-520 se dispara a una presión muy baja a la aspiración de la bomba de salmuera BA-502 de -0.6 kg / cm² g, apagando esta bomba. Presión by-pasiado al arranque durante 60 segundos.

El PAL-530 se dispara a baja presión a la aspiración de la bomba de salmuera BA-503 de 0.6kg/cm² g.

La PSLL-530 se dispara a una presión muy baja a la aspiración de la bomba de salmuera BA-503 de -0.6 kg / cm² g, apagando esta bomba. Presión by-pasiado al arranque durante 60 segundos.

El FAL-510 se dispara a un caudal bajo de la bomba de salmuera BA-501 de 190 m³/h.

El FSLL-510 se dispara a bajo caudal muy bajo de la bomba de salmuera BA-501 de 170 m³/h.

El FAH-510 se dispara a un caudal elevado de la bomba de salmuera BA-501 de 440 m³/h.

El FSHH-510 se dispara a un caudal muy alto de la bomba de salmuera BA-501 de 600 m³/h y apaga el BA-501.

El FAL-520 se dispara a un caudal bajo de la bomba de salmuera BA-502 de 190 m³/h.

El FSLL-520 se dispara a bajo caudal muy bajo de la bomba de salmuera BA-502 de 170 m³/h.

El FAH-520 se dispara a un caudal elevado de la bomba de salmuera BA-502 de 440 m³/h.

El FSHH-520 se dispara a un caudal muy alto de la bomba de salmuera BA-502 de 600 m³/h y apaga el BA-502.

El FAL-530 se dispara a un caudal bajo de la bomba de salmuera BA-503 de 190 m³/h.

El FSLL-530 se dispara a bajo caudal muy bajo de la bomba de salmuera BA-503 de 170 m³/h.

El FAH-530 se dispara a un caudal elevado de la bomba de salmuera BA-503 de 440 m³/h.

El FSHH-530 se dispara a un caudal muy alto de la bomba de salmuera BA-503 de 600 m³/h y apaga el BA-503.

El YL-510 y el YL-520 están deshabilitados durante el envío de Gas LP desde la caverna hacia el ducto.

En caso de alto nivel en el desgasificador (DG-501), el LSH-501 se dispara a 8556.6 mm, apagando las bombas de salmuera y de LPG, para evitar el desbordamiento durante el modo de recirculación y cerrando las VBE-500 y VBE-501 (ya que podría ser causada por una erupción).

En caso de un nivel elevado en el desgasificador (DG-502), el LSH-502 se dispara a 8556.6 mm, apagando las bombas de salmuera y de LPG, para evitar el desbordamiento durante el modo de recirculación y cerrando las VBE-500 y VBE-501 (ya que podría ser causada por una erupción).

II.2.5.1.3.D. Sistema de almacenamiento.

Durante el envío de Gas LP desde la caverna hacia el ducto, el Gas LP contenido en la caverna es empujado progresivamente y reemplazado por la salmuera inyectada.

Una diferencia de presión dentro de la caverna se deduce del nivel de llenado de la salmuera.

Recordatorio: El nivel de llenado no se mide en la caverna.

En caso de emergencia, la cabeza del pozo está protegida por las válvulas de emergencia.

En caso de alta presión en la entrada de salmuera de la cabeza del pozo (caso de ruptura de la línea de salmuera):

El PSHH-500C se dispara a 8.2 kg/cm² g, cerrando las válvulas de cierre de emergencia VBE-500, VBE-501, VBE-900 y apagando las bombas de salmuera.

El PSHH-500A se desactiva durante el envío de Gas LP desde la Caverna hacia el ducto y durante la operación de inyección de agua a alta presión (mantenimiento).

En caso de baja presión en la entrada de salmuera de la cabeza del pozo (caso de flujo de expedición de LPG demasiado grande comparado con el flujo de entrada de salmuera),

la PSL-500 se dispara a 0.5 kg/cm² g, cerrando las válvulas de cierre de emergencia VBE- 501, VBE-203, VBE-204, VBE-500 y se desactiva cuando la MOV-700 está cerrada.

En caso de alta presión en la entrada de salmuera de la cabeza del pozo (caso de ruptura de la línea de salmuera), el PSHH-501C se dispara a 8.2 kg/cm² g, cerrando las válvulas de cierre de emergencia VBE-500, VBE-501 y VBE-900 y apagando las bombas de salmuera.

El PSHH-501A se desactiva durante el envío de Gas LP desde la caverna hacia el ducto y durante la operación de inyección de agua a alta presión (mantenimiento).

En caso de baja presión en la entrada de salmuera de la cabeza del pozo (caso de flujo de expedición de LPG demasiado grande comparado con el caudal de entrada de salmuera), la PSL-501 se dispara a 0.5 kg / cm² g, cerrando las válvulas de cierre de emergencia VBE- 501, VBE-203, VBE-204, VBE-500 y se desactiva cuando la MOV-700 está cerrada.

El PSHH-507 se dispara a 8.2 kg/cm² g, para proteger la línea de HDPE en caso de alta presión (debido a la descompresión de la caverna de alta presión al estanque de salmuera o cristalización en el tubo del cabezal del pozo o falla del cabezal LPG o alta presión de agua del paquete de deshidratación), cerrando las válvulas de cierre de emergencia VBE-500, VBE-501, VBE-601, VBE-6073 y para la bomba de agua BA-900.

II.2.5.1.3.E. Sistema de Deshidratación del Gas LP.

El LPG recuperado de la caverna es tratado a través de una unidad de coalescencia (TA-602) y un paquete de deshidratación (SG-601) para cumplir con las especificaciones PEMEX (contenido máximo de agua de 18 ppm).

El by-pass del paquete de deshidratación (16 "-LPG-035-ST-D01T1) debe permanecer cerrado por cierre de la válvula HV-702.

Durante el envío de gas LP (OP2), se debe utilizar una (1) torre hasta 400m³/h, encima de este valor se utilizará dos (2) torres.

II.2.5.1.3.E. Sistema de Deshidratación del Gas LP.

El equipo de coalescencia TA-602 se instala aguas arriba del paquete de deshidratación para atrapar el agua libre contenida en el Gas LP a la salida de la caverna. El agua residual del equipo de coalescencia es devuelta a la caverna. Las características del equipo de coalescencia son las siguientes:

- Flujo de diseño: 830.6 m³/h
- Presión de diseño: 100 kg/cm² g
- Temperatura de diseño: -42 / 65 ° C
- Eficiencia: menos de 10 ppmV de agua libre residual a la salida del equipo
- Caída de presión (limpia): 0.076 kg/cm²

El DPAH-620 se dispara a 0.3 kg/cm²

El DPAHH-620 se dispara a 0.5 kg/cm²

En caso de alto nivel de interfaz en el equipo de coalescencia TA-602, el LAH-621 se dispara a 100 mm.

En caso de muy alto nivel de interfaz en el equipo de coalescencia TA-602, el LSHH-621 activa a 150 mm, cerrando la VBE-701 para evitar que el agua se traslade a la salida del coalescente.

En caso de muy bajo nivel de interfaz bajo en el equipo de coalescencia TA-602, el LSLL-621 se dispara a 25 mm, cerrando la VBE-601 para evitar la entrada de Gas LP en el circuito de eliminación de salmuera.

II.2.5.1.3.F. Paquete de deshidratación SG-601.

El SIS del paquete de deshidratación acciona el XS-605 cerrando la VBE-701 para aislar la planta de deshidratación de los equipos aguas arriba en caso de problema interno.

II.2.5.1.3.G. Sistema de medición de Gas LP.

El LPG seco es inyectado al ducto después el sistema de medición bidireccional (MC-101/102/103) donde se mide el caudal total enviado.

Antes de ser enviado al sistema de medición, se miden y registran la humedad (contenido de agua) y la calidad del producto (relación de componentes de C1 a C6) a través del analizador de punto de rocío del agua y del cromatógrafo.

El FAH-101/102/103 se dispara en caso de caudal elevado medido por cada línea de medición de 420 m³/h.

El FAL-100 se dispara en caso de caudal bajo medido por el paquete de medición de 170 m³/h.

El YAH-100 se dispara en caso de alta humedad medida por el paquete de medición de 18ppm, y el Operador detiene el envío hacia el ducto.

II.2.5.1.3.H. Interconexión al ducto de PEMEX.

El Gas LP es enviado hacia el ducto de PEMEX a través de una primera sección de 16" seguida de una sección de 24" y pasando por el by-pass de la trampa de diablo. Las condiciones de salida del Gas LP en el empate con el ducto de PEMEX son las siguientes:

- Temperatura de funcionamiento normal / máx: 20/50 °C
- Presión Normal de funcionamiento mín / máx: 52/57 kg/cm² g
- Presión de servicio admisible mín / máx: 35/62 kg/cm² g

El PAL-010 se dispara en caso de baja presión de envío de 35 kg/cm² g.

Si la presión de envío sigue disminuyendo, el PSLL-135 se dispara a 30 kg/cm² g, apagando las bombas de inyección de salmuera y cerrando las válvulas VBE-135 y VBE-701.

En caso de alta presión de envío, el PSHH-135 se dispara (en OP2 únicamente) a 60 kg/cm² g, apagando las bombas de inyección de salmuera y cerrando las válvulas VBE-135 y VBE-701

II.2.5.1.3.I. Sistema de reducción de presión de Gas LP.

Las bombas de inyección de salmuera están diseñadas para mantener la presión en la entrada de salmuera de la cabeza del pozo superior a 2 kg/cm² g.

La presión de inyección al punto de conexión al ducto de PEMEX puede variar de 35 kg/cm² g a 62 kg/cm² g.

La presión de operación del paquete de deshidratación varía de 52.6 kg/cm² g a 71.4 kg/cm² g.

Para cumplir con la presión de funcionamiento del paquete de deshidratación y con la presión requerida en el punto de empate con el ducto de PEMEX, se utilizan dos sistemas de válvulas de control en serie:

Las válvulas de control de presión PV-710/720 en aguas arriba del sistema de deshidratación

Las válvulas de control de flujo PV-215/225 en aguas abajo del sistema de deshidratación.

II.2.5.1.3.J. Válvulas de control de presión PV-710/PV-720.

El Gas LP saliendo de la caverna después del bombeo de salmuera, tiene una presión estática que varía entre 101 y 115 kg/cm² g. Este Gas es enviado a la PV-710/720 para ajustar su presión antes de ser enviado al sistema de deshidratación.

La PV-710/720 también está diseñada para mantener la presión del sistema de deshidratación inferior a la presión máxima de funcionamiento.

La presión a la salida de la PV-710/720 toma en cuenta la presión del ducto y las eventuales caídas de presión entre el sistema de reducción de presión y el punto de empate con PEMEX.

Las características de la PV-710/720 (una en funcionamiento, una de repuesto) son las siguientes:

- Presión de diseño: 212 kg/cm² g
- Temperatura de diseño mín / máx: -42 / 65 ° C
- Caudal de diseño (min / máx.): 250 / 826.5 m³/h @ 525 kg/m³ de GLP
- Presión diferencial máx.: 55
- Punto de regulación de presión: entre 60 y 65 kg/cm² g

Con el fin de anticipar el aumento de la presión aguas abajo de la PV-710/720 cuando se detiene una bomba de salmuera (por mantenimiento/reparación, por ejemplo), el sistema de control de flujo enviará una orden de cierre de x% de la válvula de control PV710 / 720.

Tres (3) niveles de protección contra la sobrepresión se ajustan en la PV-710/720:

- Nivel 1: en caso de aumento de presión en el sistema, la PV-710/720 comenzará a regular y tentará de cerrarse para asegurar su presión aguas abajo a un valor admisible (consigna ajustable de 60 a 65 kg/cm² g).
- Nivel 2: Si la presión sigue subiendo en el sistema (si el PV-710/720 no se cierra suficientemente rápido, por ejemplo), el PSHH-702 / PSHH-703 se dispara a 73 kg/cm²g y cierre VBE-701, VBE-203 y VBE-204 (el pozo) y apagando las bombas de LPG.
- Nivel 3: en el caso de que la presión siga subiendo, la máxima protección contra sobrepresión es la PSV-704/705 con presión de ajuste de 78.5 kg/cm² g.

El FSHH-202 se dispara a 900 m³/h y cierra la VBE-701.

II.2.5.1.3.K. Válvulas combinadas de control de caudal y presión PV-215/PV-225.

La PV-215/225 es una válvula de control de flujo.

El punto de consigna del caudal proviene del punto de consigna de envío de Gas LP (por el Operador) del FIC-717 (caudal en la salida de deshidratación).

La PV-215/225 se convierte en una válvula de control de presión en el siguiente caso:

- En caso de que la baja presión en la línea de salmuera en la cabeza del pozo caiga por debajo de su punto de consigna (PC-506), el PIC-506 se conecta al FIC-717 y trata de cerrar la PV- 225 con el fin de reducir el envío de flujo de Gas LP. El punto de ajuste mínimo de PIC-506 es de 2 kg/cm² g.
- Obsérvese que cuando la presión en la línea de salmuera en la cabeza del pozo aumenta a 2.8 kg/cm² g, la PV-215/225 regresará al modo de control de flujo.

El PSHH-201 se dispara a 62 kg/cm² g, apagando las bombas de inyección de salmuera y cerrando las VBE-201 y VBE-701.

El PSLL-201 se dispara a 30 kg/cm² g, apagando las bombas de LPG, de salmuera y cerrando las VBE-203, VBE-204, VBE-500, VBE-501, VBE-701, VBE-201, VBE-134 y VBE-135.

II.2.5.1.3.L. Resumen de los puntos de ajuste (consignas).

Tabla II. 11. Puntos de ajuste (consignas)

Sistema	Bucle/Lazo	Punto de ajuste	Tipo
Salmuera	LAH-510/512/520	8100 mm	Alarma

Sistema	Bucle/Lazo	Punto de ajuste	Tipo
Salmuera	LAL-510/512/520	4600 mm	Alarma
Salmuera	LALL-510/512/520	1300 mm	Alarma
Salmuera	PAL-510/520/530	0 kg/cm ² g	Alarma
Salmuera	PSLL-510/520/530	-0.6 kg/cm ² g 30 segundos después el arranque de bomba	Acción
Salmuera	FAL-510/520/530	190 m ³ /h	Alarma
Salmuera	FSLL-510/520/530	170 m ³ /h	Acción
Salmuera	FAH-510/520/530	440 m ³ /h	Alarma
Salmuera	FSHH-510/520/530	600 m ³ /h	Acción
Salmuera	YL-510		Deshabilitar
Salmuera	LSH-501/502	8556,6 mm	Acción
Almacenamiento	PSHH-500C	8.2 kg/cm ² g	Acción
Almacenamiento	PSLL-500	0.5 kg/cm ² g	Acción
Almacenamiento	PSHH-500A		Disable
Almacenamiento	PSHH-501C	8.2 kg/cm ² g	Acción
Almacenamiento	PSLL-501	0.5 kg/cm ² g	Acción
Almacenamiento	PSHH-501A		Deshabilitar
Almacenamiento	PSHH-507	8.2 kg/cm ² g	Acción
Reducción de presión_PV-710/720	PAL-710/720	35 kg/cm ² g	Alarma
Reducción de presión_PV-710/720	PAH-710/720	72 kg/cm ² g	Alarma
Reducción de presión_PV-710/720	PSHH-702/703	73 kg/cm ² g	Acción
Reducción de presión_PV-710/720	FSHH-202	900 m ³ /h	Acción
Reducción de presión_PV-215/225	PSHH-201	62 kg/cm ² g	Acción

Sistema	Bucle/Lazo	Punto de ajuste	Tipo
Reducción de presión_PV-215/225	PSLL-201	30 kg/cm ² g	Acción
Deshidratación de Gas LP	DPAH-620	0.3 kg/cm ²	Alarma
Deshidratación de Gas LP	DPAHH-620	0.5 kg/cm ²	Alarma
Deshidratación de Gas LP	LAH-621	100 mm	Alarma
Deshidratación de Gas LP	LSHH-621	150 mm	Acción
Deshidratación de Gas LP	LSLL-621	25 mm	Acción
Medición	PDAH-111/121/131	0.5 kg/cm ²	Alarma
Medición	FAH-101/102/103	420 m ³ /h	Alarma
Medición	FAL-100	170 m ³ /h	Alarma
Medición	YAL-100	18 ppm	Alarma
Envío de Gas LP	PAL-010	35 kg/cm ² g	Alarma
Envío de Gas LP	PSLL-135	30 kg/cm ² g	Acción
Envío de Gas LP	PSHH-135	60 kg/cm ² g	Acción

II.2.6. Descripción de las obras y asociadas al proyecto

II.2.6.1. Gas combustible

El sistema de gas combustible comprende:

- Un tanque de almacenamiento de gas combustible (SC-751) para proporcionar el caudal requerido al consumidor de gas combustible.
- Una bomba de gas combustible BR-751 para suministrar el combustible al paquete de acondicionamiento de gas combustible
- Un paquete de acondicionamiento de gas combustible PC-751 para vaporizar y calentar el combustible a las condiciones requeridas para el calentador CF-601.

II.2.6.1.A. Tanque de almacenamiento de gas combustible (SC-751) y bomba de gas combustible (BR-751)

El tanque de almacenamiento de gas combustible (SC-751) está instalado para proporcionar el caudal requerido para los siguientes consumidores:

- El barrido de los cabezales de quemadores
- Los pilotos del quemador QG-401 y el quemador horizontal QG-002
- Los pilotos de los desgasificadores DG-501 y DG-502
- Como respaldo al sistema de acondicionamiento de gas combustible (para suministrar el calentador de incendios del paquete de deshidratación, (CF-601) en caso de problema de la PCV-757 o para la puesta en marcha).

El barrido y alimentación de los pilotos del quemador horizontal QG-002 está garantizado desde su HEI. El quemador de pozo horizontal QG-002 es detallado por el proveedor del paquete de quemador-Zeeco Therme.

Las características del tanque de almacenamiento de gas combustible (SC-751) son las siguientes:

- Diámetro / Longitud: 2.45 / 18.21 (m/m)
- Tipo: Cilindro horizontal con fondos semi-elípticos
- Capacidad nominal: 82 m³
- Presión de diseño: 17.58 kg/cm² g
- Temperatura de diseño: -15 / + 45 ° C

El tanque de almacenamiento de gas combustible se llenará gracias a un camión cisterna. Una alarma visual para el alto nivel de combustible líquido en el tanque SC-751 es instalada cerca de la descarga del camión cisterna.

El LSH-751 se dispara a 1915 mm y cierra la válvula XV-757 y detiene la operación de llenado del depósito de gas combustible SC-751.

El LAH-751 se dispara a 1915 mm.

El LAHH-751 se dispara a 2040 mm.

El LAL-751 se dispara a 600 mm.

La presión del gas combustible se reduce mediante las válvulas autorreguladoras antes de enviarlo a los consumidores tales como: pilotos, sistemas de encendido y barrido.

El FAL-750 se dispara a 3 m³/h

El LAL-750 se dispara a 600 mm

El LSLL-750 se dispara a 500 mm, cerrando la VBE-751 y apagando la bomba BR-751.

El LAHH-750 se dispara a 2060 mm.

El PAH-750 se dispara a 15.8 kg/cm² g.

El PAL-750 se dispara a 1.8 kg/cm² g y se desactivará cuando la bomba de gas combustible BR-751 sea APAGADA.

El combustible líquido es enviado al paquete de acondicionamiento de gas combustible por la bomba centrífuga BR-751 desde el tanque de almacenamiento de gas combustible para completar el proceso de regeneración de la torre en caso de problema de la PCV-757 o para la puesta en marcha.

Las características de la bomba BR-751 son las siguientes:

- Caudal de diseño: 1.8 m³/h
- Presión diferencial: 13.4 m
- Temperatura de bombeo mín / máx: -8 / 30 ° C
- Motor: motor eléctrico de velocidad constante

El PSLL-766 se dispara a 4 kg/cm² g, cerrando la VBE-751 y apagando la bomba BR-751.

El PAH-766 se dispara a 13.5 kg/cm² g.

El PSHH-766 se activa a 16 kg/cm² g apagando la bomba BR-751.

La PV-753 se abrirá a 100% en manual cuando la bomba BR-751 arranque luego pasa en automático y reguladora con la presión medida por PIT-753 sea igual a 11 kg/cm² g.

Si la válvula XV-787 está abierta, se puede arrancar la bomba BR-751.

Si la bomba BR-751 está apagada, se cierra la válvula XV-787.

II.2.6.1.B. Paquete de acondicionamiento de gas combustible (PC-751)

El paquete de acondicionamiento de gas combustible (PC-751) se instala para proporcionar el caudal requerido para los siguientes equipos consumidores:

- El barrido de los desgasificadores de salmuera (DG-501 / DG-502)
- Los pilotos de los desgasificadores de salmuera (DG-501 / DG-502)
- Los pilotos y gas combustible del calentador del paquete de deshidratación, CF-601

Este sistema es detallado en la documentación del Proveedor del paquete de acondicionamiento de gas combustible _ Seletech.

Durante el funcionamiento normal de envío de Gas LP al ducto desde la Caverna, donde se debe operar el paquete de deshidratación (SG-601), una parte de la corriente principal de Gas LP tomada aguas arriba del PV-215/225 se dirige al paquete de acondicionamiento de gas combustible PC-751). La presión de este Gas LP es reducida a una presión inferior a 15 kg/cm² g a través de la válvula de presión auto reguladora PCV-757.

El gas LP, utilizado como gas combustible para el calentador del paquete de deshidratación, CF-601 o para el barrido de los desgasificadores de salmuera (DG-501 / DG-502), se toma prioritariamente de la red de Gas Combustible (aguas arriba del PCV-215 / 225).

El suministro de gas combustible debe seguir los siguientes pasos:

- Paso 1. Iniciar el paquete de gas combustible
- Paso 2. Si el PIT-756 >13kg/cm² g, cierra la XV-608. Si el PIT-756 ≤12 kg/cm² g y el PIT-201 >25 kg/cm² g, el patín de fuel gas está en funcionamiento y la VBE-752 es abierta, la XV-608 se abre.
- Paso 3. Si el XV-608 no está abierto, entonces abrir el XV-787 y:

Si la válvula XV-787 está abierta, se puede arrancar la bomba BR-751.

Si la bomba BR-751 está apagada, se cierra la válvula XV-787.

De conformidad con la documentación del proveedor del paquete de gas combustible (Seletech), no hay ningún problema si se deja el paquete de acondicionamiento de gas combustible en funcionamiento sin que pase ningún flujo de gas (ningún consumidor de gas combustible, de lo contrario, viaje a baja presión).

El Gas LP fluye hacia el vaporizador de gas combustible eléctrico y el sobrecalentador (CE-751, CE-752), donde se vaporiza y se calienta a 55 ° C para evitar cualquier licuefacción hasta que llegue al calentador del paquete de deshidratación.

Este Gas LP calentado pasa entonces a través del filtro de gas combustible (FL-751) con el fin de eliminar la más mínima gota de líquido y se dirige al calentador del paquete de deshidratación (CF-601) donde se utilizará un gas combustible.

Las características del vaporizador de gas combustible eléctrico (CE-751) son las siguientes:

- Diseño de caudal de LPG: 877 kg/h
- Temperatura de funcionamiento (entrada / salida): -7 ° C / 55 ° C
- Presión de diseño: 12.2 kg/cm² g
- Temperatura de diseño: 80 ° C

- Cambio de calor: 130 kW

Las características del sobrecalentador de gas combustible eléctrico (CE-752) son las siguientes:

- Diseño de caudal de LPG: 877 kg/h
- Temperatura de funcionamiento (entrada / salida): 36 ° C / 55 ° C
- Presión de diseño: 12.2 kg/cm² g
- Temperatura de diseño: -45 / 80 ° C
- Calor intercambiado: 12 kW

Las características del filtro de gas combustible son las siguientes:

- Caudal de diseño: 735.12 kg/h
- Presión de diseño: 12.2 kg/cm² g
- Temperatura de diseño: 80 ° C
- Eficiencia: 99% de tamaño de partícula de 5 micrones
- Caída de presión (limpia): 0.05 kg/cm²

En caso de fuego y gas, el XS-760 aísla el paquete de acondicionamiento de gas combustible.

El SIS del paquete de acondicionamiento de gas combustible acciona XS-761 cerrando las VBE-751, VBE-752 y apagando la bomba de gas combustible BR-751.

El PAH-756 se dispara a 13.5 kg/cm² g.

El FAL-752 se dispara a 0.0 m³/h.

En caso de muy alta presión de Gas LP después de la reducción de la presión por la válvula de auto-regulación PCV-757, el PSHH-756 se dispara a 16 kg/cm² g cerrando la VBE-752.

En caso de muy baja presión, el PSL-757 se dispara a 5.5 kg/cm² g cerrando las VBE-751 y VBE-752, y apagando la bomba BR-751.

II.2.6.1.C. Resumen de los puntos de ajuste (Consignas)

Tabla II. 12. Resumen de los puntos de ajuste (consignas)

Sistema	Bucle/Lazo	Punto de ajuste	Tipo
Gas Combustible	FAL-750	3 m ³ /h	Alarma

Sistema	Bucle/Lazo	Punto de ajuste	Tipo
Gas Combust ble	LAL-750	600 mm	Alarma
Gas Combust ble	LSLL-750	500 mm	Acción
Gas Combust ble	LAHH-750	2060 mm	Alarma
Gas Combust ble	LAH-751	1915 mm	Alarma
Gas Combust ble	LAL-751	600 mm	Alarma
Gas Combust ble	LAHH-751	2040 mm	Alarma
Gas Combust ble	PAH-750	15.8 kg/cm ² g	Alarma
Gas Combust ble	PAL-750	1.8 kg/cm ² g (desactivado cuando la bomba BR-751 está APAGADA)	Alarma
Gas Combust ble	PSLL-766	4 kg/cm ² g	Acción
Gas Combust ble	PAH-766	13.5 kg/cm ² g	Alarma
Gas Combust ble	PSHH-766	16 kg/cm ² g	Acción
Gas Combust ble	PAH-756	13.5 kg/cm ² g	Alarma
Gas Combust ble	PSHH-756	16 kg/cm ² g	Acción
Gas Combust ble	PSLL-757	5.5 kg/cm ² g	Acción
Gas Combust ble	FAL-752	0.0 m ³ /h	Alarma
Fuego & Gas	XS-760	-	Acción
Acción del SIS del Paquete de Condicionamiento de Gas Combust ble	XS-761	-	Acción

II.2.6.1.D. Sistema de desfogue

El sistema de desfogue recupera los fluidos de las PSVs, de las líneas de purga y de las líneas de despresurización. El fluido pasa primero a través del tanque de desfogue SP-401 donde se separa y recoge el líquido condensado. Luego, la fase gaseosa evaporada se envía hacia el quemador QG-401.

El cabezal de desfogue es barrido por gas combustible, se prevé una conexión de nitrógeno para los requisitos de arranque y puesta en servicio de la estación.

Las características del tanque de desfogue son las siguientes:

- Tipo: Tanque horizontal

- Longitud (TL-TL) / Diámetro: 8000 mm / 3200 mm
- Presión de diseño: 3.57 kg/cm² g
- Temperatura de diseño: -42 / 65 ° C

En caso de alto nivel en el tanque de desfogue SP-401, el LAH-401 se dispara a 1275 mm.

En caso de muy alto nivel en el tanque de desfogue SP-401, el LAH-400 se dispara a 1950 mm.

En caso de muy alto nivel en el tanque de desfogue SP-401, el LSHH-400 es activado a 2400 mm, apagando todas las bombas en funcionamiento (bombas de Gas LP en caso de recepción de Gas LP desde el ducto, bomba de agua de servicio BA-900 en caso de Descristalización), la bomba de gas combustible BR-751 cerrando todas las válvulas de emergencia VBE-134, 135, 201, 203, 204, 500, 501, 601, 605, 701, 751 752, para el patín de fuel gas XS-760 y cerrando la válvula XV-590 (vía DCS).

Las características del quemador son las siguientes:

- Caudal de diseño: 163 931 kg/h
- Presión de diseño: 3.57 kg/cm² g
- Temperatura de diseño: -42 / 93 ° C
- Altura: 19 m
- Diámetro Cima/Medio/Base: 18" / 24" / 30"
- Numero de pilotos: 2

El quemador QG-401 es detallado en la documentación técnica el proveedor del quemador-Zeeco Therme.

El tanque de gas combustible SC-751 proporciona el gas combustible para el barrido del cabezal de desfogue y el suministro de los pilotos del quemador. Por lo tanto, si no hay más gas para los pilotos, no habrá gas de barrido.

Cabe recalcar que primero se debe barrer el colector de desfogue, el tanque de desfogue y la boquilla antes de encender los pilotos.

El caudal de gas de barrido se puede ajustar mediante el rotámetro FI-750 (6.4 Nm³ / h). El operador debe verificar el nivel en el tanque de almacenamiento de gas combustible SC-751.

Para la puesta en marcha inicial de los pilotos del quemador, se recomienda encender el sistema HEI en modo Manual. Y después de que todos los pilotos estén encendidos, el operador girará el selector HEI MAN / OFF / AUTO para el piloto a la posición AUTO.

Si el quemador está apagado y los pilotos están en modo "DEFECTO", las dos operaciones de envío y recepción de Gas LP deben ser detenidas. Para asegurar el sistema de desfogue, y en caso de que el problema se prolongue, el operador administrador del sitio puede ordenar el barrido con nitrógeno de las botellas de nitrógeno.

II.2.6.1.E. Resumen de los puntos de ajuste (consignas)

Tabla II. 13. Puntos de ajuste (consignas)

Sistema	Bucle/Lazo	Punto de ajuste	Tipo
Desfogue	LAH-401	1275 mm	Alarma
Desfogue	LAHH-400	1950 mm	Alarma
Desfogue	LSHH-400	2400 mm	Acción

II.2.6.1.F. Sistema de agua de servicio

El sistema de servicio de agua es alimentado directamente por una nueva tubería de 10" del CLIENTE (presión de red de 6 kg/cm² g).

Se instala una bomba para los requisitos de descristalización de la cabeza de pozo con el fin de aumentar la presión del agua hasta la presión requerida para inyectar el agua en la caverna en todos los casos de operación.

Los equipos consumidores de agua de servicio son los siguientes:

- Descristalización de la cabeza del pozo (alta presión)
- Descristalización de salmuera (baja presión)
- Limpieza (baja presión)
- Llenado de los tanques de agua contra incendios (Baja presión)

Bajo condiciones normales de funcionamiento, el agua de servicio utilizada para descristalizar las áreas de salmuera, limpiar y llenar los depósitos de agua contra incendios es accesible simplemente abriendo las válvulas manuales de la línea del consumidor seleccionado.

El agua de servicio será inyectada en la caverna 206 por la bomba de agua de servicio BA-900 en caso de cristalización de la línea de salmuera.

Las características de la bomba de agua de servicio son las siguientes:

- Tipo: Centrífuga Horizontal
- Flujo de diseño: 43 m³/h

- Presión diferencial: 376.2 m
- Temperatura de bombeo mín / máx: 20/25 °C
- Motor: motor eléctrico de velocidad constante

Se prevé automáticamente, un arranque de 30 minutos y luego un paro de 30 minutos (controlados desde el DCS en la sala de control) de esta bomba.

Si las válvulas HV-502, XV-907 y MOV-504 están abiertas, se puede arrancar la bomba BA-900.

Para esta bomba se suministra un interruptor manual de paro de emergencia local.

En caso de baja presión en la succión de la bomba BA-900, el PAL-900 se dispara a 0.5 kg/cm² g.

En caso de muy baja presión en la aspiración de la bomba BA-900, la PSL-900 se activará a 0.1 kg/cm² g apagando esta bomba.

Afuera del OP1 y en caso de que el caudal de agua de servicio sea bajo, el FSL-900 se dispara a 12 m³/h (caudal mínimo de la bomba BA-900) abriendo la XV-900 y cerrando por ende la XV-900 cuando el caudal medido por FIT-900 sea de 14 m³/h.

En OP1 el FSL-900 parara la bomba.

En caso de alta presión en la cabeza del pozo del lado de la salmuera, el PSHH-500B se dispara a 45 kg/cm² g, cerrando las VBE-500, VBE-501, VBE-900 y apagando la bomba BA-900.

En caso de alta presión en la cabeza del pozo del lado de la salmuera, el PSHH-501B se dispara a 45 kg/cm² g, cerrando las VBE-500, VBE-501, VBE-900 y apagando la bomba BA-900.

II.2.6.1.F. Resumen de los puntos de ajuste (consignas).

Tabla II. 14. Puntos de ajuste (consignas)

Sistema	Bucle/Lazo	Punto de ajuste	Tipo
Agua de servicio	PAL-900	0.5 kg/cm ² g	Alarma
Agua de servicio	PSLL-900	0.1 kg/cm ² g	Acción
Agua de servicio	PSHH-500B	45 kg/cm ² g	Acción
Agua de servicio	PSHH-501B	45 kg/cm ² g	Acción
Agua de servicio	FAL-900	12 m ³ /h	Alarma

II.2.6.1.G. Sistema de aire.

El sistema de aire comprende:

- Un paquete compresor PA-300
- Un Acumulador de Aire de Servicio TA-301
- Dos Acumuladores de Aire para Instrumentos TA-302 y TA-500

El PAL-320 se dispara a 5.5 kg/cm² g.

El PAH-320 se dispara a 9.2 kg/cm² g.

El PAL-301 se dispara a 5.5 kg/cm² g.

La PSLL-301 se dispara a 4.5 kg/cm² g, ocasionando el paro general de la PLANT, todas las válvulas de control y válvulas VBE se mueven a su "posición de seguridad" totalmente abierta o cerrada, dependiendo del servicio (ver PIDs) y apagan todas las bombas.

El PAL-310 se dispara a 5.5 kg/cm² g.

El PAH-310 se dispara a 9.2 kg/cm² g.

El PAL-330 se dispara a 5.5 kg/cm² g.

El PAH-330 se dispara a 9.2 kg/cm² g.

El PAL-302 se dispara a 5.5 kg/cm² g.

La PSLL-302 se dispara a 4.5 kg/cm² g ocasionando el paro general de la planta, todas las válvulas de control y válvulas VBE se mueven a su "posición de seguridad" totalmente abierta o cerrada, dependiendo del servicio (ver PIDs) y apagan todas las bombas.

II.2.6.1.H. Otras operaciones.**II.2.6.1.H.1. Transferencia de la salmuera de estanque a estanque (OP3).**

La transferencia entre estanques se realiza mediante bombas de transferencia de salmuera y la línea de recirculación de flujo mínimo que conecta las bombas de salmuera a la línea de llegada del estanque seleccionado y las válvulas alineadas anteriormente por los operadores.

El caudal máximo de transferencia de estanque a estanque es de 396 m³/h utilizando la línea de recirculación de flujo mínimo por el FV-540 (se pueden usar 1 o 2 bombas).

La operación de transferencia de estanque a estanque puede hacerse en simultáneo con la operación de envío de Gas LP a condición de que el caudal de envío sea reducido.

Durante la operación de envío de Gas LP, el caudal de transferencia de estanque a estanque es igual a: $[800 \text{ (m}^3/\text{h)} - A \text{ (m}^3/\text{h)}]$, A siendo el caudal medido por FI-500 con dos bombas de salmuera en funcionamiento. Cuando la operación de envío de Gas LP se detiene, con dos bombas de salmuera en funcionamiento, el caudal máximo de salmuera para transferencia de estanque a estanque es de $460 \text{ m}^3/\text{h}$ (caudal mínimo de dos bombas de salmuera). No hay razón para hacer funcionar las dos bombas de salmuera a su caudal mínimo para la transferencia de estanque a estanque, por lo que una bomba de salmuera debe ser parada y luego se efectuara la transferencia de estanque a estanque con una bomba de salmuera con su caudal nominal de $396 \text{ m}^3/\text{h}$.

El caudal máximo de la línea de salmuera al desgasificador es de $800 \text{ m}^3/\text{h}$.

Durante la operación de transferencia de estanque a estanque y en caso de alto nivel en el desgasificador (DG-501) el LSH-501 se dispara a 8556.6 mm , apagando las bombas de salmuera y LPG, y cerrando las VBE-500 y VBE-501 (porque podría ser causado por una erupción).

Durante la operación de transferencia de estanque a estanque y en caso de alto nivel en el desgasificador (DG-502), el LSH-502 se dispara a 8556.6 mm , apagando las bombas de salmuera y LPG, y cerrando las VBE-500 y VBE-501 (porque podría ser causada por una erupción).

Consulte el capítulo 6.2 para conocer los otros parámetros referentes a la bomba de salmuera, así como a la documentación técnica proporcionada por los proveedores.

II.2.6.1.H.2. Reciclaje hacia estanque desde sumidero ESA-510..

El agua utilizada para el enfriamiento del sello mecánico de las bombas de salmuera se recupera en la fosa ESA-510 y se envía de nuevo al estanque por la bomba de sumidero BA-510.

La bomba de sumidero BA-510 se encenderá con un nivel alto de LSH-525 a 900 mm y se detendrá con una detección de nivel bajo LSL-525 y 100 mm en ESA-510.

En caso de que la BA-510 no se inicie a nivel alto LSH-525, el LAHH-525 se dispara a 1100 mm .

En caso de muy alto nivel en el pozo ESA-510, el LSHH-590 se dispara a 1200 mm , apagando las bombas de salmuera (vía SIS) y cerrando la válvula XV-590 (vía DCS).

II.2.6.1.H.3. Operación de cierre o paro general.

II.2.6.1.H.3.1. Paro general normal.

Al final de la recepción de Gas LP desde el ducto, el operador detiene las bombas de Gas LP. consulte el capítulo 5.4.2 para el apagado normal de la bomba de Gas LP.

Al final del envío de Gas LP al ducto desde la caverna, el operador reduce lentamente el flujo de exportación utilizando PV-215/225, luego cierra las MOV de exportación de Gas LP y detiene la bomba de salmuera.

II.2.6.1.H.3.2. Paro de emergencia.

Los cierres/paros de emergencia de la planta se desencadenan por los motivos siguientes:

- Por la detección de fuego y gas,
- Por una muy baja presión del aire para instrumentos,
- Por el alto nivel de líquido en tanque de desfogue
- Por el Operador en caso de emergencia desde el pulsador de paro de emergencia situado en la sala de control y en el sitio.

II.2.6.1.H.3.3. Paro por mantenimiento.

Una bomba de repuesto es instalada en cada servicio (bomba de Gas LP y bomba de salmuera), por lo cual el paro para el mantenimiento de una bomba no perturba el funcionamiento de la Planta.

Después de detener la bomba y desenchufar el panel eléctrico, el operador cierra la línea de succión/aspiración y descarga. Luego, el operador abre el drenaje de líquido de la bomba.

Consulte los documentos del proveedor SPX para obtener más detalles sobre el mantenimiento de la bomba.

II.2.6.1.H.4. Sistema de detección/recolección de fugas de piletas.

Cada estanque de salmuera (ESA-501 A / B / C) está compuesto con una geomembrana de HDPE de 1.5 mm como revestimiento primario y secundario.

En el medio, una geonet de 5 mm actúa como un medio libre que puede recoger cualquier fuga en un sistema de detección / recolección de fugas. El sistema de fugas consiste en un medio libre entre las 2 capas de geomembrana, una tubería de 4 " (HDPE) desde cada estanque hasta un sumidero (ESA-510) en la casa de las bombas de salmuera.

Su función es de tener un flujo de líquido en el sistema de fuga lo más pequeño posible para que si hay una acumulación de presión por el nivel hidrostática en el fondo de la geomembrana, este se quedaría muy pequeña.

Se debe de dejar siempre el sistema de fugas a la atmósfera (válvula abierta) para minimizar la presión en el sistema y el riesgo de liberar salmuera a través de posibles defectos de la geomembrana del fondo.

Una bomba (BA-510, 11 m³/h) está transfiriendo el líquido del sumidero al estanque de salmuera cuando se ha alcanzado un cierto nivel.

Cada válvula (V518B, V528B, V538B) de la línea de detección / recogida de fugas se cerrará solo en situaciones excepcionales cuando el flujo de fuga del estanque correspondiente no sea manejable por la bomba (BA-510) para evitar la inundación de la casa de las bombas de salmuera.

La consecuencia de cerrar una válvula es la acumulación de líquido en el sistema de detección/recolección de fugas, se requiere rápidamente después del cierre de abrir la válvula parcialmente para obtener un flujo que puede ser manejable y luego una reducción parcial de la presión.

Si ocurre tal situación que no se identifica como un cierre accidental / inapropiado (potencial alto flujo temporal debido a la acumulación de fugas), el nivel de salmuera del estanque de salmuera correspondiente debe reducirse y vaciarse para proceder a una investigación de fugas.

Si hay un flujo excepcional por un cierre accidental / inapropiado, la válvula se abrirá gradualmente para obtener un flujo que pueda manejarse hasta la condición de un flujo de fuga normal.

II.2.6.2. Mantenimiento.

Actualmente se cuenta con los mantenimientos programados anuales de las especialidades de la infraestructura del proyecto.

- Programa anual de mantenimiento eléctrico
- Programa anual de mantenimiento de detectores y alarmas.
- Programa anual de mantenimiento de instrumentos.
- Programa anual de mantenimiento mecánico.
- Programa anual de mantenimiento de válvulas de seguridad.

A continuación, se enuncian los planos que se presentan en anexo de las etapas de operación del proyecto y se muestran los planos de los Diagramas de flujo más representativos.

Tabla II. 15. Planos de los DTI's del proyecto

Descripción	Diagramas
Estación de control de presión	FR48-GM-GEN-PR-PID- 11026
Deshidratación de gas L. P.	FR48-GM-GEN-PR-PID- 11027
Sistema de combustible LPG	FR48-GM-GEN-PR-PID- 11032

Descripción	Diagramas
Casa de bombas contra incendio	FR48-GM-GEN-PR-PID- 11034
Red de agua contra incendio	FR48-GM-GEN-PR-PID- 11035
Red de agua de servicio	FR48-GM-GEN-PR-PID- 11036
Red de aire.	FR48-GM-GEN-PR-PID- 11037
Generador Diesel de Emergencia	FR48-GM-GEN-PR-PID-11038
PID Típicos	FR48-GM-GEN-PR-PID-11039

Figura II. 16. Diagrama de flujo área de deshidratación del sistema de GLP

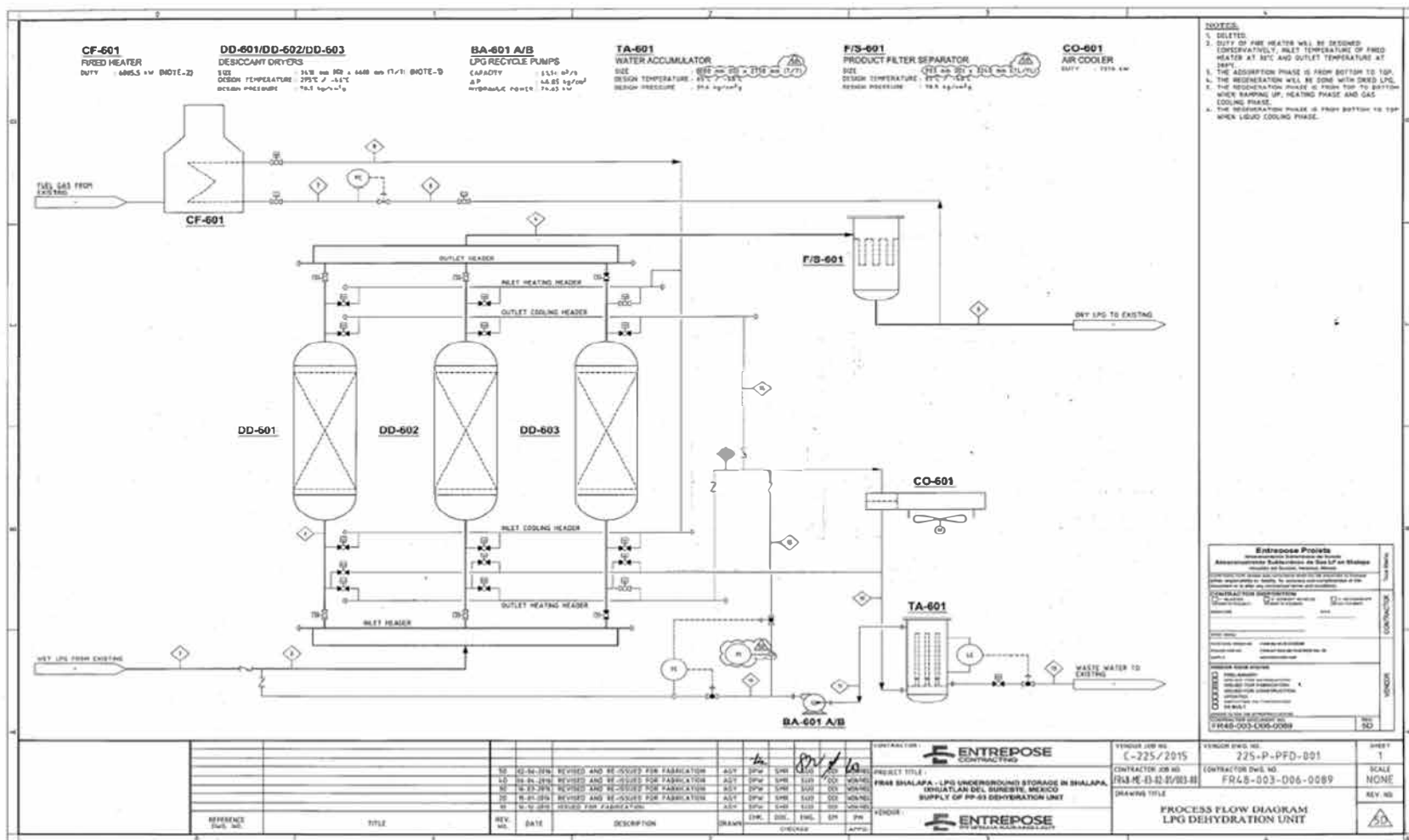


Figura II. 17. Diagrama de flujo área de inyección y retiro de LPG de la caverna

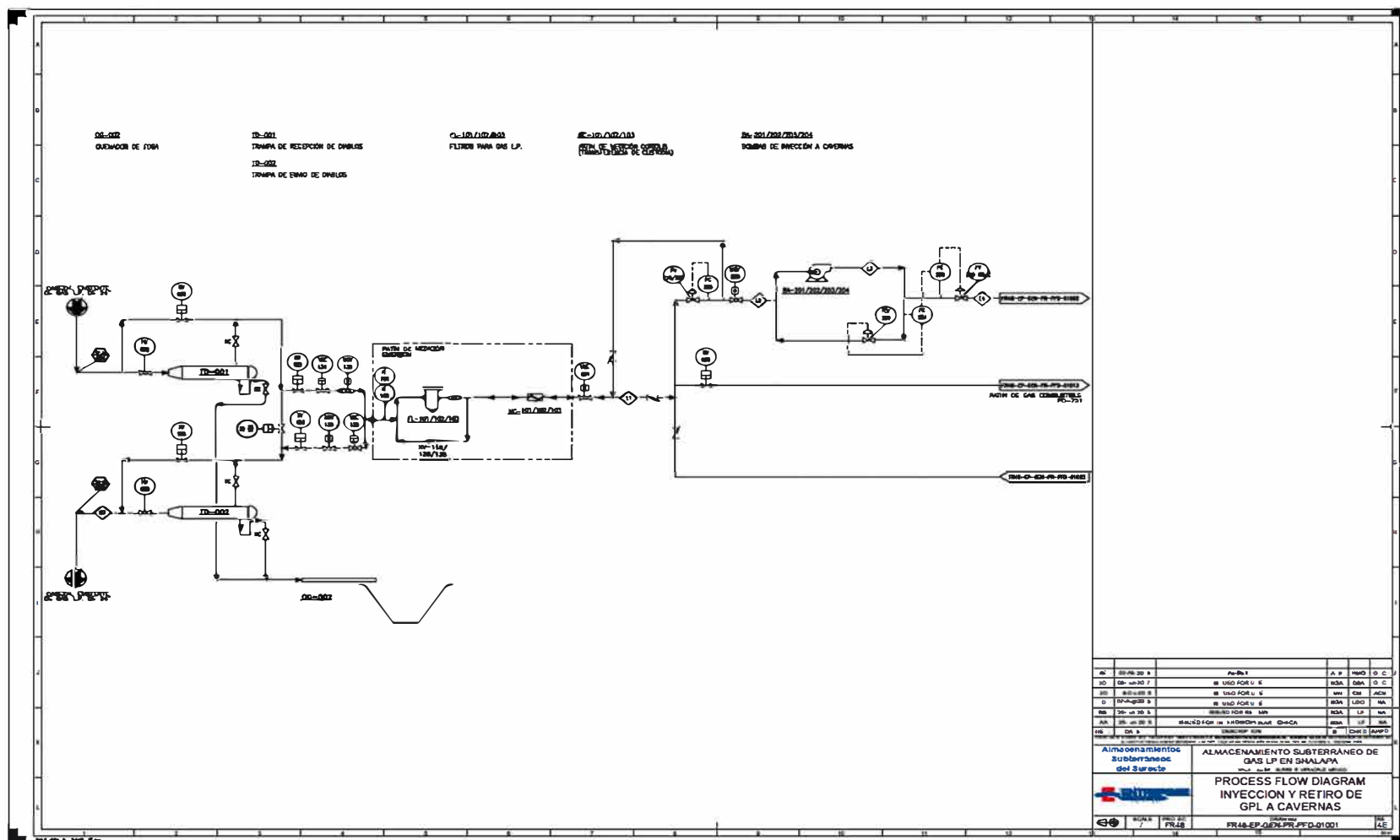


Figura II. 18. Diagrama de flujo sistema de salmuera

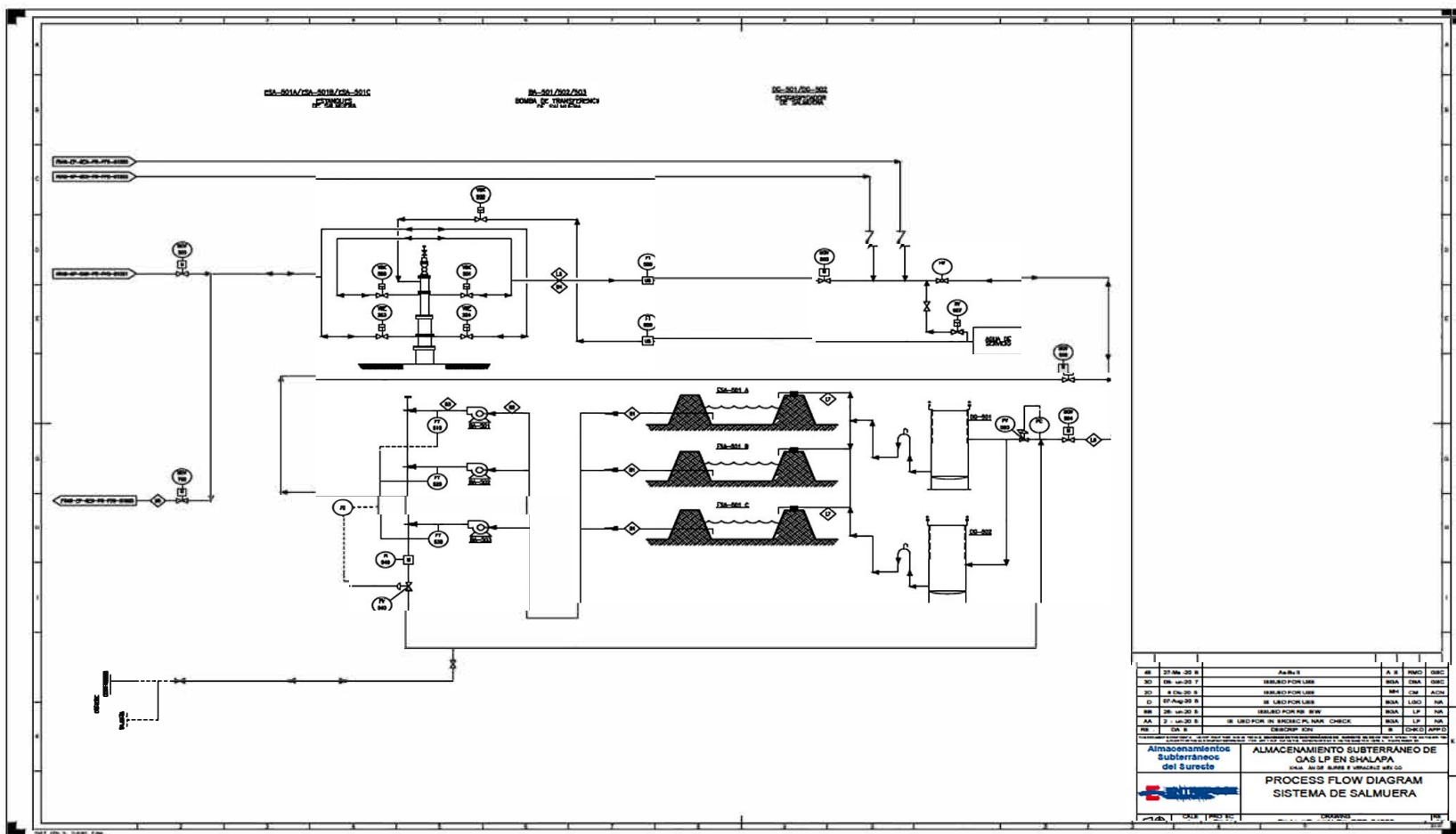


Figura II. 19. Diagrama de flujo área de deshidratación de LPG

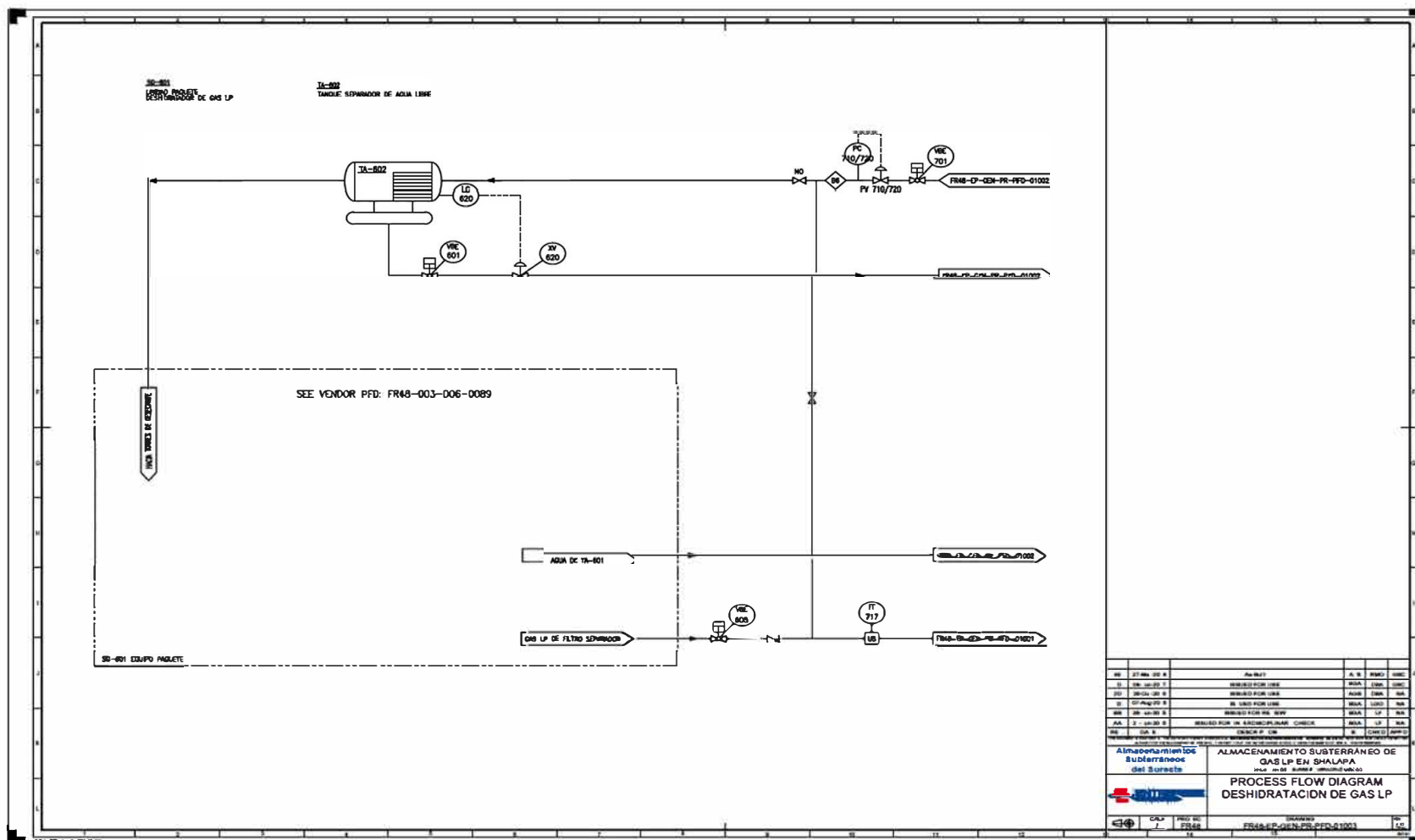
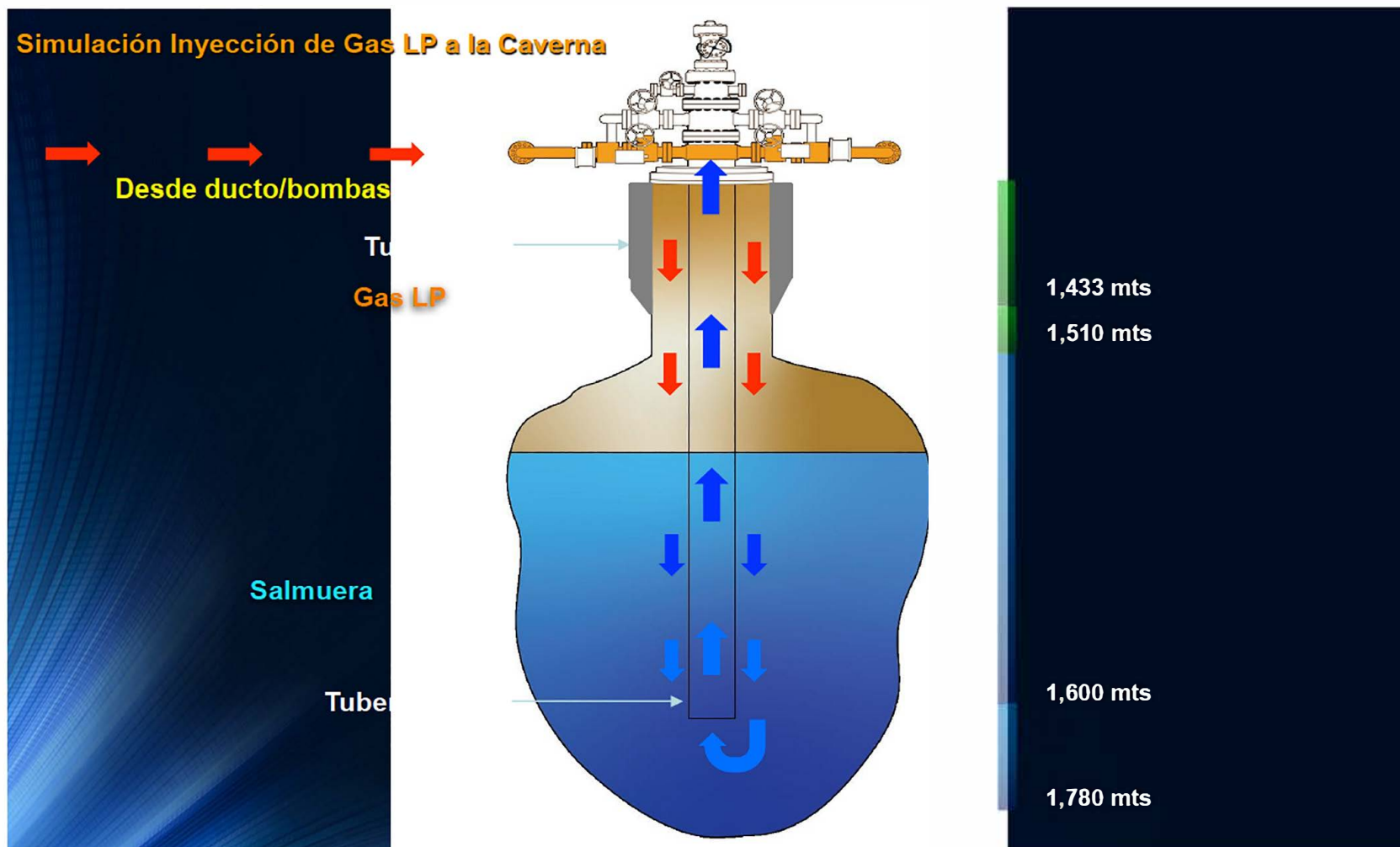


Figura II. 20. Flujo de inyección y retiro de GLP de la caverna



II.2.7. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Se estima que cada pozo de almacenamiento tenga una vida útil de 25 años aproximadamente, para lo cual se desarrollará un Plan de cierre, que define las directrices que se tomarán para el Abandono y Clausura de las instalaciones, referentes a los siguientes aspectos:

- **Desmantelamiento de las instalaciones:** Serán desmantelados los equipos (pozo y accesorios y presas de almacenamiento de salmuera), edificios, caminos y tubería existentes, siendo enviada para su reciclaje a empresas autorizadas.
- **Restitución de la cavidad:** Al término de dicho periodo, se hará una restitución de la cavidad mediante sulfato de calcio y sodio, respectivamente, obtenidos de la planta de evaporación de sal, con lo que se buscará regresar al estado original antes de la perforación.
- **Revegetación de las áreas del pozo o caverna, edificios, caminos y presas de almacenamiento de salmuera:** al término se restituirá el suelo mediante la escarificación del mismo y agregando nutrientes, para posteriormente sembrar especies vegetales nativas de la región, para devolver al sitio sus condiciones originales.

II.2.8. Utilización de explosivos

No se aplica, porque no se utilizan.

II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

II.2.9.1. Preparación del sitio y construcción

Los residuos generados (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos) durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto, serán dispuestos en contenedores debidamente identificados para su manejo, transporte y disposición final de acuerdo a lo establecido a nivel federal en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR), así como también lo establecido a nivel estatal en la Ley Número 847 de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

Para la recolección, retiro y correcta disposición de los residuos se contratarán empresas las cuales contarán con las autorizaciones correspondientes ya sea por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y/o Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) del Estado de Veracruz.

Tipos de residuos**Pastizal o monte ligero.**

Resultante del proceso de desmonte para limpieza del terreno. Este será triturado para su reincorporación al suelo. Este residuo se generará en la etapa de preparación del sitio.

Material orgánico comúnmente llamada tierra vegetal.

Se generará del despalme durante la etapa de preparación del sitio y estos serán colocados en las partes aledañas, para posteriormente esparcirlos en el sitio del proyecto para su posterior incorporación como materia orgánica al suelo por procesos naturales de degradación.

Residuos Sólidos Urbanos – Basura común.

Resultante de la eliminación de materiales, de productos que se consumen, envases, embalajes o empaques; o que provienen de cualquier actividad que genere residuos con características domiciliarias, así como resultado de limpiezas en oficinas. Estos serán almacenados temporalmente en contenedores con sus respectivas tapas y debidamente rotulados como “Orgánicos” e “Inorgánicos” con el objeto de facilitar su separación primaria y secundaria. Se estima que se generará una cantidad mayor a 400 kg durante las etapas de preparación del sitio y construcción, por lo tanto, se considera al promovente como *macrogenerador* y dará manejo al residuo urbano como residuo de manejo especial de acuerdo a lo establecido en la Ley 847 de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, bajo el concepto de Basura Común.

Residuos de construcción.

Estos serán generados durante la etapa de construcción, específicamente en la obra civil de la construcción del contrapozo, cunetas, escurrideros y registros para captación de agua pluvial. Su almacenamiento se realizará en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEDEMA.

Metal ferroso.

Generados por sobrantes de cortes de tuberías en la etapa de Construcción. Su almacenamiento se realizará en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su reciclaje por una empresa autorizada por la SEDEMA.

Recortes de Perforación, Lodos y Sedimentos base Agua.

Generados del proceso de Perforación del Pozo o caverna en la etapa de Construcción. Estos serán almacenados en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la por la SEDEMA.

Recortes de Perforación, Lodos y Sedimentos base Aceite.

Generados del proceso de Perforación del Pozo o caverna en la etapa de Construcción. Estos serán almacenados en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la por la SEDEMA.

Solidos impregnados de Aditivo densificante de fluido de perforación.

Generados durante las actividades de acondicionamiento de la densidad del fluido de perforación durante la etapa de Construcción. Su almacenamiento se realizará en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEDEMA.

Aceites Gastados.

Generados tras realizar mantenimientos a equipos y maquinarias, en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción. Estos se almacenarán en contenedores herméticos sobre tarimas antiderrames y/o geomembrana, para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Solidos impregnados de aceite y/o grasa.

Generados por actividades de mantenimiento a equipos y maquinarias y limpieza de herramienta y/o equipo contaminado. Se generarán en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción. Estos residuos podrán ser como: Botes plásticos y metálicos, papel, estopas, envolturas plásticas, etc. Estos residuos serán almacenados temporalmente en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Solidos impregnados de Pintura.

Generados por las actividades de pintura a las líneas instaladas para la producción del Pozo o caverna durante la etapa de Construcción. Tales pueden ser como Botes plásticos y metálicos, papel, estopas, envolturas plásticas, etc. Su almacenamiento se realizará en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Fundentes de Soldadura.

Generados por las actividades de soldadura para la fabricación de líneas de producción durante la etapa de Construcción. Su almacenamiento se realizará en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Solvente gastado.

Generados por las actividades de limpieza de equipos durante los mantenimientos a equipos y maquinarias en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción. Estos se almacenarán en contenedores herméticos sobre tarimas antiderrames y/o geomembrana, para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Solidos impregnados de Aditivo emulsionador de fluido de perforación.

Generados durante las actividades de acondicionamiento del fluido de perforación durante la etapa de Construcción. Su almacenamiento se realizará en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Solidos impregnados de aditivo para pH del fluido de perforación.

Generados durante las actividades de control del PH del fluido de perforación durante la etapa de Construcción. Su almacenamiento se realizará en contenedores metálicos para posteriormente ser recolectados y retirados para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT

Tabla II. 16. Cantidad de residuos a generar en la etapa de preparación del sitio y construcción

Nombre	Clase de residuo	Punto de generación				Estimado por actividad		Cantidad total por residuo	
		Etapa	Actividad			Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Pastizal o monte ligero	RME	Preparación Sitio	del	Desmonte para limpieza del terreno		25.00	ton	25.00	ton
Tierra orgánica Vegetal	RME	Preparación Sitio	del	Despalme terreno	del	326.00	m³	326.00	m³
Basura comun	RME	Preparación sitio	del	Consumo alimentos provisiones.	de y	0.25	ton		
		Construcción		Residuos de alimentos, bolsas de papel, plásticas		30.00	ton	30.25	ton
Aguas Residuales	RME	Preparación sitio	del	Aguas sanitarias		10.00	m³	370.00	m³



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Nombre	Clase de residuo	Punto de generación		Estimado por actividad		Cantidad total por residuo	
		Etapa	Actividad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
		Construcción		360.00	m³		
Residuos de construcción	RME	Construcción	Obra civil en camino y pera del pozo	100.00	kg	100.00	kg
Metal Ferroso	RME	Construcción	Sobrantes de cortes de tubería	600.00	kg	600.00	kg
Recortes de perforación, lodos y sedimentos base agua	RME	Construcción	Perforación de Pozo Salino	1300.00	ton	1300.00	ton
Solidos impregnados de Aditivo densificante de fluido de perforación	RME	Construcción	Controlar la densidad del fluido de perforación	0.15	ton	0.15	ton
Recortes de perforación, lodos y sedimentos base aceite	RME	Construcción	Perforación de Pozo Salino	700.00	ton	700.00	ton
Aceite Gastado	RP	Preparación del Sitio	Mantto a Maquinaria	16.00	kg	266.00	kg
		Construcción		250.00	kg		
Solidos impregnados de Aceite y Grasa	RP	Preparación del Sitio	Mantto a Maquinaria. Limpieza de equipos.	50.00	kg	20.05	ton
		Construcción		20.00	ton		
Solidos impregnados de Pintura	RP	Construcción	Aplicación de anticorrosivos y esmalte a equipos	50.00	kg	50.00	kg
Fundete de Soldadura	RP	Construcción	Fabricación de lineas de Producción	0.20	ton	1.70	ton
Solvente gastado	RP	Preparación del Sitio	Mantto a Maquinaria. Limpieza de equipos.	7.80	kg	46.80	kg
		Construcción		39.00	kg		
Solidos impregnados de Aditivo emulsionador de fluido de perforación	RP	Construcción	Emulsionar el fluido de perforación	0.82	ton	0.82	ton

Nombre	Clase de residuo	Punto de generación		Estimado por actividad		Cantidad total por residuo	
		Etapas	Actividad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Solidos impregnados Aditivo para PH de fluido de perforación	RP	Construcción	Controlar el PH del fluido de perforación	0.03	ton	0.03	ton

II.2.9.2. Operación y mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento, se tendrá generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que de igual manera serán depositados en contenedores plásticos y dispuestos con empresas recicladoras o en el basurero o relleno sanitario municipal.

En esta etapa se tendrá generación de residuos peligrosos, como trapo impregnado con grasa y aceite lubricante gastado, se dispondrá de un almacén temporal para estos y su disposición final con empresas autorizadas, apegándose en todo momento a las normas reglamentos y leyes que aplican.

Las emisiones a la atmósfera provenientes de los quemadores de gas provenientes de los desgasificadores, serán monitoreados para dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana que le aplica.

II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

En la región se dispone de basureros municipales y empresas dedicadas al reciclaje de cartón y plástico, esto último facilita la implementación de programas de separación de estos residuos en las empresas.

Para los residuos peligrosos, se cuenta con empresas autorizadas que dan el servicio de transporte y disposición final, la mayoría de la industria de la región utiliza sus servicios con regularidad, ya que cuentan con las autorizaciones de la SCT y SEMARNAT, así como las certificaciones de calidad ISO 9001 y ambiental ISO 14001.



ALMACENAMIENTOS SUBTERRANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL
Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE
LA LFTAIP



ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.

PREPARADO PARA;

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (AGENCIA DE
SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)



CONTENIDO

III.VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	3
III.1. LEYES, REGLAMENTOS Y ORDENAMIENTOS.....	3
III.1.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DECRETADOS (GENERAL DEL TERRITORIO REGIONAL, MARINO O LOCAL).....	3
III.1.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	18
III.1.3. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2019-2024).....	20
III.1.4. PLAN VERACRUZANO DE DESARROLLO (PVD)	22
III.1.5. PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE ECOLÓGICAS	24
III.2. REGLAMENTOS ESPECÍFICOS EN LA MATERIA.....	27
III.2.1. REGLAMENTOS APLICABLES AL PROYECTO.....	27
III.2.2. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	27
III.2.3. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO	27
III.2.4. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.	28
III.2.5. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	28
III.2.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	28
III.3. LEYES FEDERALES APLICABLES AL PROYECTO:	28
III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	28
III.3.2. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	29
III.3.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.....	31
III.3.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	31
III.3.5. CÓDIGO PENAL FEDERAL.....	32
III.3.6. BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES	33
III.4. OTROS ORDENAMIENTOS APLICABLES	35
III.4.1. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO).....	35
III.4.2. CONVENCIÓN RELATIVA A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL, ESPECIALMENTE COMO HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS	36
III.4.3. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES.	36

Indice de Tablas

Tabla III. 1. Unidades de Gestión Ambiental del Modelo de Ordenamiento Ecológico	5
Tabla III. 2. Unidades de Gestión Ambiental 5 y 13	7

III.VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

En este capítulo se presenta un análisis general de los ordenamientos jurídicos ambientales vigentes y aplicables al Proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez y estableciendo su correspondencia.

A pesar que en la zona no se cuenta con estudios públicos, que determinan el rendimiento máximo sostenible aplicable al sitio evaluado, se establece como criterio básico que el Uso del Suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas, su uso debe hacerse de manera que estos mantengan su integridad física y su capacidad productiva, así como evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos.

Entre los diferentes instrumentos de planeación se investigaron e identificaron los existentes para la zona, siendo este los siguientes:

III.1. LEYES, REGLAMENTOS Y ORDENAMIENTOS.

III.1.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DECRETADOS (GENERAL DEL TERRITORIO REGIONAL, MARINO O LOCAL.

Como parte del reconocimiento de algunos efectos ambientales negativos provocados por el desarrollo de la industria petroquímica en 1995 la SEMARNAT y Pemex, firmaron el acuerdo de colaboración para realizar el Diagnostico Ambiental, que sirvió como base para el desarrollo del Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. A través de este documento en el municipio de Coatzacoalcos se contempló la creación de una zona de salvaguarda de 1000 has. Para el desarrollo de la industria con respeto al medio ambiente.

Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (CBRC), ubicada al sur del estado de Veracruz hacia el norte de la cuenca, limitada hacia el norte por el litoral del Golfo de México, hacia el este por el río Tonalá, hacia el oeste por la sierra del Volcán San Martín Pajapan y hacia el sur aproximadamente por la cota de los 50 msnm. Su ubicación geográfica se encuentra definida por los paralelos 17°39'54" y 18° 21'30" de latitud norte y los meridianos 94° 03'23" y 94° 54'37" de longitud oeste, cuenta con una superficie de 4,681.63 km², incluye 13 municipios incluidos en su totalidad y 19 parcialmente (los cuales se muestran en la siguiente tabla), en estos se encuentran cerca de 844, 846 habitantes, distribuidos en 191 localidades.

Municipios incluidos completos	Municipios incluidos parcialmente
Agua dulce Chinameca Coatzacoalcos Cosoleacaque Ixhuatlán del sureste Jáltipan Molocán Nanchital Oteapan Pajapan Soconusco Zaragoza	Acajucan Hidalgotitlán Las Choapas Meyacapan Minatitlán Oluta Sayula de Alemán Soteapan Texistepec

La parte baja de la cuenca, objeto del ordenamiento ecológico, presenta estuarios con remanentes importantes de humedales: de manglares, dunas costeras, selvas medianas perennifolias y una gran extensión de tulares, popales, nenúfares y lirios, que juegan un papel importante para la funcionalidad de la cuenca.

Por su ubicación, la dinámica costera resulta fundamental en una zona como la región de Coatzacoalcos, donde existen características geomorfológicas y oceanográficas particulares que influyen directamente en la existencia y distribución de los recursos renovables y no renovables de importancia para el país, así como el impacto que las actividades humanas ejercen sobre los recursos.

La CBRC cuenta con La Reserva de la Biósfera “Los Tuxtlas” ubicada parcialmente en el municipio de Pajapan, de competencia federal con una superficie de 155,122.46 ha.

A través de su historia la región ha sufrido drásticas transformaciones en su ambiente tanto natural como socioeconómico, debido principalmente al desarrollo de la actividad petrolera e industrial, las políticas de colonización agropecuaria, y el crecimiento urbano asociado a estas actividades.

En los años setenta, con la consolidación de la actividad petrolera, la región pasó a un polo de desarrollo económico que impulsó la mayor plataforma petroquímica del país, convirtiéndose en un pilar económico geoestratégico nacional.

El proceso de crecimiento económico acelerado no se dio en un marco de Planeación Integral en la que coincidieran las preocupaciones económicas, las de orden social, las de organización territorial y de preservación del medio ambiente.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional (POER), que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, se publicó el 25 de julio de 2008 en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, la aplicación de este compete al Ejecutivo Estatal, a través de la Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente y la Coordinación General de Medio Ambiente.

Tiene por objeto alentar un desarrollo congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales, sin llegar al conservacionismo extremo o a un desarrollo sin límites que provoque deterioro y pueda conducir a la destrucción de la zona.

La asignación de la política ecológica y el uso predominante permitió agrupar estas zonas, por sus coincidencias tanto en la política ecológica como por el uso predominante en 17 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) que constituyen el Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE), ver la Tabla siguiente:

Tabla III. 1. Unidades de Gestión Ambiental del Modelo de Ordenamiento Ecológico

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Uso Incompatible
1	Aprovechamiento	Agrícola	Flora y Fauna Forestal, Pecuario	Turismo	Acuicultura, Infraestructura
2	Conservación	Agrícola	Flora y Fauna Pecuario	Forestal	Industrial
3	Aprovechamiento	Forestal	Flora y Fauna Pecuario	Agrícola	
4	Conservación	Forestal	Flora y Fauna	Pecuario, Agrícola	
5	Aprovechamiento	Pecuario	Forestal, Flora y Fauna	Agricultura	
6	Conservación	Pecuario	Flora y Fauna	Forestal	
7	Aprovechamiento	Industrial			Agrícola, Pecuario, Flora y Fauna, Forestal, Turismo, Urbano
8	Aprovechamiento	Navegación	Pesca	Infraestructura	Flora y Fauna, Forestal, Turismo, Urbano
9	Restauración	Navegación		Pesca	Flora y Fauna, Forestal, Turismo, Urbano

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Uso Incompatible
10	Aprovechamiento	Asentamientos Humanos	Turismo	Flora y Fauna, Agrícola	Pecuario, Forestal, Minería
11	Protección	Espacio Natural Terrestre	Turismo	Agrícola, Pecuario, Flora y Fauna, Forestal, Acuacultura, Industrial, Minería	Agrícola, Pecuario, Flora y Fauna, Forestal, Acuacultura, Industrial, Minería, Urbano
12	Conservación	Flora y Fauna	Forestal	Urbano	Industrial
13	Restauración	Flora y Fauna	Turismo	Agrícola, Pecuario, forestal, Pesca, Acuacultura, Infraestructural, Equipamiento	Industrial Urbano
14	Conservación	Pesca	Flora y Fauna, Turismo	Acuacultura, Minería	Industrial
15	Restauración	Pesca	Flora y Fauna, Turismo	Acuacultura, Minería	Industrial Urbano
16	Protección	Espacio Natural Acuático	Flora y Fauna	Pesca, Acuacultura, Turismo	Industrial Urbano
17	Remediación	Industrial		Minería	Asentamientos Humanos

De acuerdo con la propuesta del MOE, en términos proporcionales el 52.52% de la superficie está dedicada a la producción agropecuaria, pesquera y forestal; 41.12% a superficies que se deben dedicar a la conservación aunque con la posibilidad de desarrollar actividades de aprovechamiento, siempre y cuando no interfieran con los procesos ecológicos esenciales (espacio natural terrestre, espacio natural acuático, flora y fauna) y, 6.36% estaría ocupado por actividades de navegación, desarrollo urbano e industrial.

Particularizando en la UGA donde se ubicará el sitio del proyecto, se puede decir que parte del Área total del Proyecto, se enclava en la UGA número 5 “Aprovechamiento Pecuario” y la número 13 “Restauración Flora y Fauna”, por lo que será la ASSEA quien determine el cambio de uso de suelo actual a Industrial, a través de la evaluación del Estudio Técnico Justificativo que se integrará en este mismo trámite para la autorización del Proyecto de los pozos futuros, en el desarrollo del presente se determina que por su vocación natural y por la cercanía a la “Zona Industrial Pesada”, es factible el cambio de uso de suelo Industrial.

El proyecto incide en la Unidades Gestión Ambiental 5 y 13 principalmente, los cuales se vinculan a continuación:

Tabla III. 2. Unidades de Gestión Ambiental 5 y 13

UGA	5	VINCULACIÓN
POLÍTICA AMBIENTAL	Aprovechamiento	El proyecto es compatible con la política ambiental, ya que las obras y actividades se refieren a infraestructura para el almacenamiento de gas LP en domos salinos.
USO PREDOMINANTE	Pecuario	El proyecto es compatible con el uso ya que la empresa Sales del Istmo se encuentra operando desde hace 50 años en la explotación de minas de sal, que desde que inició operaciones adicionalmente cuenta con la autorización de impacto ambiental y cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mediante el oficio No. SGPARN.02.IRA.2561/12, expedido por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, el 19 de junio de 2012, con vigencia de 20 años, (se anexa copia del oficio), adicionalmente se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, mediante el oficio No. SGPARN.03.FS.CUS/3597/12, de fecha 21 de agosto de 2012, para una superficie de 7.7798 hectáreas, con una vigencia de 9 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la PROFEPA. De igual forma se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Agencia Nacional de Seguridad

		Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, mediante el oficio No. ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015, de fecha 14 de octubre de 2015, para una superficie de 34.7412 hectáreas, con una vigencia de 2 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la ASSEA.
USOS COMPATIBLES	Forestal, flora y fauna	El proyecto es compatible con el uso de suelo, ya que la empresa cuenta con la resolución para el cambio de uso de suelo forestal No. SGPARN.03.FS.CUS/3579/12, expedido por la Delegación Federal de La SEMARNAT en el estado de Veracruz, el 21 de agosto de 2012, así mismo en las medidas de mitigación se contemplan las acciones para la reubicación de flora y fauna en el caso, de que se identificaran individuos dentro del predio, lo cual sería muy escasa la posibilidad, ya que el desplazamiento de esta se ha realizado desde que inició operaciones la empresa Sales Istmo, S.A. de C.V.
USOS CONDICIONADOS	Agricultura	El proyecto es compatible con el uso ya que la empresa Sales del Istmo se encuentra operando desde hace 50 años en la explotación de minas de sal, que desde que inició operaciones cuenta adicionalmente cuenta con la autorización de impacto ambiental y cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mediante el oficio No. SGPARN.02.IRA.2561/12, expedido por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, el 19 de junio de 2012, con vigencia de 20 años, (se anexa copia del oficio), adicionalmente se cuenta con la

		autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, mediante el oficio No. SGPARN.03.FS.CUS/3597/12, de fecha 21 de agosto de 2012, para una superficie de 7.7798 hectáreas, con una vigencia de 9 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la PROFEPA. De igual forma se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, mediante el oficio No. ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015, de fecha 14 de octubre de 2015, para una superficie de 34.7412 hectáreas, con una vigencia de 2 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la ASSEA.
CRITERIOS ECOLÓGICOS 1 INFRAESTRUCTURA	Con base en estudios específicos de geo-hidrología, impacto ambiental y análisis de riesgo, se promoverá la creación de un sistema de acopio y confinamiento adecuado de los desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos generados en la región.	Este criterio no le aplica al proyecto, ya que no se refiere a infraestructura de manejo de Residuos Peligrosos.
CRITERIOS ECOLÓGICOS 3 INFRAESTRUCTURA	Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos, deberá realizarse evitando la remoción de vegetación y el movimiento de	Este criterio no le aplica al proyecto, ya que no se construirán caminos, se utilizaran los existentes.

	grandes volúmenes de tierra.	
CRITERIOS ECOLÓGICOS 4 INFRAESTRUCTURA	En la construcción de carreteras en zonas inundables se deberá contar con estudios geo-hidrológicos específicos que consideren medidas de preservación de los flujos hidrológicos para niveles ordinarios y extraordinarios de inundación y la conservación de la vegetación natural.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos.
CRITERIOS ECOLÓGICOS 5 INFRAESTRUCTURA	Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 7 INFRAESTRUCTURA	El derecho de vía de las carreteras se deberá mantener libre de maleza para disminuir el número de animales atropellados y mejorar la seguridad de los usuarios.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 8 INFRAESTRUCTURA	Deberá evitarse el uso de plaguicidas no específicos (herbicidas, insecticidas y rodenticidas) para evitar la contaminación del suelo y manto freático, destrucción de animales benéficos y alteración de cadenas alimenticias. Su uso para deshierbar la orilla de las carreteras estará prohibido.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos, en el caso de remoción de vegetación en el capítulo VI se listan las medidas de prevención y mitigación.
	No se permitirá la desecación de cuerpos de agua en general, y la obstrucción de escurrimientos pluviales, para la construcción de	

CRITERIOS ECOLÓGICOS 9 INFRAESTRUCTURA	puentes, bordos, carreteras, tercerías, veredas, puertas, muelles, canales y otras obras que puedan interrumpir el flujo y refluo del agua; deberán diseñarse alcantarillas (pasos de agua) en número y diámetro que garanticen el cumplimiento de este criterio. Se adecuarán las alcantarillas y pozos de agua de acuerdo a los niveles máximos de escurrimiento.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 10 INFRAESTRUCTURA	Los taludes en caminos deben estabilizarse y reforestarse con vegetación nativa.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 12 INFRAESTRUCTURA	Se prohíbe el uso de fuego y/o productos químicos en la preparación y mantenimiento de los derechos de vía.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 1 INDUSTRIA	La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres. If 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 In 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 11 INDUSTRIA	Las actividades industriales y agropecuarias deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición	En el Capítulo V, se establecen las medidas de mitigación en relación al manejo ambientalmente adecuado de los residuos solido peligrosos y manejo especial y sólidos

	final eficiente.	urbanos
CRITERIOS ECOLÓGICOS INDUSTRIA 15	Toda infraestructura donde exista riesgo de derrames, deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento y conducción de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003	Esta medida no aplica al proyecto ya que se trata de almacenamiento de GAS LP en domos salinos Geológicamente estables y no a rellenos sanitarios.
CRITERIOS ECOLÓGICOS INDUSTRIA 19	Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo a un plan aprobado por las autoridades competentes.	En el Capítulo V se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación para la etapa de cierre y abandono del proyecto al término de su vida útil.
UGA	13	Vinculación
POLITICA AMBIENTAL	Restauración	El proyecto es compatible debido a que el sitio ya cuenta con autorización del cambio de uso de suelo mediante el oficio No. SGPARN.03.FS.CUS/3579/12, así mismo se establecen las medidas de reforestación dentro del predio, para la designación de áreas verdes.
USO PREDOMINANTE	Flora y Fauna	En el caso del proyecto se considera compatible, debido a que se establecen medidas de control y reubicación de especies, cuando se identifiquen dentro del predio que ha estado en operación por años.
USOS COMPATIBLES	Turismo	El proyecto es compatible con el uso ya que la empresa Sales del Istmo se encuentra operando desde hace 50 años en la explotación de minas de sal, que desde que inició operaciones cuenta adicionalmente cuenta con la autorización de impacto

		ambiental y cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mediante el oficio No. SGPARN.02.IRA.2561/12, expedido por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, el 19 de junio de 2012, con vigencia de 20 años, (se anexa copia del oficio), adicionalmente se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, mediante el oficio No. SGPARN.03.FS.CUS/3597/12, de fecha 21 de agosto de 2012, para una superficie de 7.7798 hectáreas, con una vigencia de 9 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la PROFEPA De igual forma se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, mediante el oficio No. ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015, de fecha 14 de octubre de 2015, para una superficie de 34.7412 hectáreas, con una vigencia de 2 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la ASSEA.
USOS CONDICIONADOS	Agricultura, pecuario, forestal, pesca, acuacultura, infraestructura, equipamiento	El proyecto es compatible con el criterio dado que se aprueba el establecimiento de infraestructura y su condición estará basada en la autorización de Impacto Ambiental que se está presentando para cumplir con dicho término.
USOS	Industrial, urbano	El proyecto es compatible con el uso ya que la empresa Sales del Istmo se encuentra operando desde hace 50 años en la

INCOMPATIBLES		explotación de minas de sal, que desde que inició operaciones cuenta adicionalmente cuenta con la autorización de impacto ambiental y cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mediante el oficio No. SGPARN.02.IRA.2561/12, expedido por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, el 19 de junio de 2012, con vigencia de 20 años, (se anexa copia del oficio), adicionalmente se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Veracruz, mediante el oficio No. SGPARN.03.FS.CUS/3597/12, de fecha 21 de agosto de 2012, para una superficie de 7.7798 hectáreas, con una vigencia de 9 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la PROFEPA, De igual forma se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, mediante el oficio No. ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015, de fecha 14 de octubre de 2015, para una superficie de 34.7412 hectáreas, con una vigencia de 2 meses a partir del aviso de inicio de actividades a la ASSEA.
CRITERIOS ECOLÓGICOS 1 INFRAESTRUCTURA	Con base en estudios específicos de geohidrología, impacto ambiental y análisis de riesgo, se promoverá la creación de un sistema de acopio y confinamiento adecuado de los desechos	Este criterio no le aplica al proyecto, ya que no se refiere a infraestructura de manejo de Residuos Peligrosos.

	industriales, tóxicos y biológico-infecciosos generados en la región.	
CRITERIOS ECOLÓGICOS 3 INFRAESTRUCTURA	Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos, deberá realizarse evitando la remoción de vegetación y el movimiento de grandes volúmenes de tierra.	Este criterio no le aplica al proyecto, ya que no se construirán caminos, se utilizaran los existentes.
CRITERIOS ECOLÓGICOS 4 INFRAESTRUCTURA	En la construcción de carreteras en zonas inundables se deberá contar con estudios geohidrológicos específicos que consideren medidas de preservación de los flujos hidrológicos para niveles ordinarios y extraordinarios de inundación y la conservación de la vegetación natural.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 5 INFRAESTRUCTURA	Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 6 INFRAESTRUCTURA	Deberán construirse mayor número de alcantarillados y pasos para fauna en las carreteras federales actuales, principalmente en aquellas unidades que constituyen corredores biológicos para la fauna, como las zonas inundables.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
CRITERIOS	El derecho de vía de las carreteras sé deberá mantener libre de	Este criterio no le aplica al proyecto ya

ECOLÓGICOS 7 INFRAESTRUCTURA	maleza para disminuir el número de animales atropellados y mejorar la seguridad de los usuarios.	que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 8 INFRAESTRUCTURA	Deberá evitarse el uso de plaguicidas no específicos (herbicidas, insecticidas y rodenticidas) para evitar la contaminación del suelo y manto freático, destrucción de animales benéficos y alteración de cadenas alimenticias. Su uso para deshierbar la orilla de las carreteras estará prohibido.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos, en el caso de remoción de vegetación en el capítulo VI se listan las medidas de prevención y mitigación.
C RITERIOS ECOLÓGICOS 9 INFRAESTRUCTURA	No se permitirá la desecación de cuerpos de agua en general, y la obstrucción de escurrimientos pluviales, para la construcción de puentes, bordos, carreteras, tercerías, veredas, puertas, muelles, canales y otras obras que puedan interrumpir el flujo y reflujo del agua; deberán diseñarse alcantarillas (pasos de agua) en número y diámetro que garanticen el cumplimiento de este criterio. Se adecuaran las alcantarillas y pozos de agua de acuerdo a los niveles máximos de escurrimiento.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 10 INFRAESTRUCTURA	Los taludes en caminos deben estabilizarse y reforestarse con vegetación nativa.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos

CRITERIOS ECOLÓGICOS 11 INFRAESTRUCTURA	En la realización de cualquier obra o actividad deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la zona federal marítimo terrestre.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos y no está relacionado o conectado a infraestructura marítimo terrestre.
CRITERIOS ECOLÓGICOS 12 INFRAESTRUCTURA	Se prohíbe el uso de fuego y/o productos químicos en la preparación y mantenimiento de los derechos de vía.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 16 INFRAESTRUCTURA	No se permitirá la edificación de infraestructura portuaria (muelle, espigón, embarcaderos, marinas) sin previa autorización de estudio de impacto ambiental, y todo lo derivado de la NOM-114-SEMARNAT-1998.	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 1 INDUSTRIA	La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres. If 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 In 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	Este criterio no le aplica al proyecto ya que se refiere al Almacenamiento de Gas LP en domos salinos
CRITERIOS ECOLÓGICOS 11 INDUSTRIA	Las actividades industriales y agropecuarias deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final	En el Capítulo V, se establecen las medidas de mitigación en relación al manejo ambientalmente adecuado de los residuos solido peligrosos y manejo

	eficiente.	especial y sólidos urbanos
CRITERIOS ECOLÓGICOS INDUSTRIA 15	Toda infraestructura donde exista riesgo de derrames, deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento y conducción de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003	Esta medida no aplica al proyecto ya que se trata de almacenamiento de GAS LP en domos salinos Geológicamente estables y no a rellenos sanitarios.
CRITERIOS ECOLÓGICOS INDUSTRIA 18	Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento a humedales, ríos o al mar.	Esta medida no aplica para el proyecto. En el Capítulo V, se establecen las medidas de mitigación en relación los manejos ambientalmente adecuados del residuo sólido peligroso y manejo especial y sólidos urbanos.
CRITERIOS ECOLÓGICOS INDUSTRIA 19	Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo con un plan aprobado por las autoridades competentes.	Esta medida no aplica para el proyecto. En el Capítulo V, se establecen las medidas de mitigación en relación los manejos ambientalmente adecuados del residuo sólido peligroso y manejo especial y sólidos urbanos.

III.1.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las áreas naturales protegidas en el país cubren actualmente aproximadamente 17 millones 856 mil hectáreas del territorio nacional, el 76% del total corresponde a áreas naturales protegidas terrestres y el 24% restante a marinas. Ante esta situación es pertinente tomar en cuenta la existencia de decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas, a fin de conocer si el Estudio de Impacto Ambiental que se realiza a este proyecto se encuentra asociada a éstos programas.

A nivel nacional, la SEMARNAT consolidó el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), en el cual se manejan 9 categorías que se diferencian por sus objetivos de manejo y tipos de uso permitidos, estas categorías son:

1. Reserva de la biosfera

2. Reserva especial de la biosfera
3. Parque nacional
4. Monumento natural
5. Parque marino nacional
6. Área de protección de recursos naturales
7. Áreas de protección de flora y fauna silvestres y acuáticas
8. Parques urbanos
9. Zonas sujetas a conservación ecológica

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP); involucra un total de 89 áreas decretadas, distribuidas de la siguiente manera:

10. 18 reservas de la biosfera
11. 13 reservas especiales de la biosfera
12. 44 parques nacionales
13. 8 áreas de protección de flora y fauna silvestres
14. 3 parques marinos y
15. 3 monumentos naturales.

Dentro del municipio de Ixhuatlán del Sureste no se encuentran reportadas áreas Naturales protegidas por la federación y el Estado. Cabe destacar que el ANP más cercana es la de la Reserva de la Biosfera “Los Tuxtlas” forma parte de los municipios Ángel R. Cabada, Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco, Sotepan, Mecayapan, Tatahuicapan de Juárez y Pajapan, se localiza a una distancia aproximada de 100 km del sitio del Proyecto.

Por lo anteriormente mencionado se puede concluir que en Materia de Áreas Naturales Protegidas (ANP), de acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el **sitio del Proyecto no se encuentra en predios colindantes o dentro de áreas naturales protegidas** por la Federación o el Estado de Veracruz, por lo que no existe vinculación directa del Proyecto en esta materia.

III.1.3. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2019-2024)

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019. El PND es un documento de trabajo que, entre otros aspectos, rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal dentro del periodo de gobierno que les corresponde. El Plan es pues el resultado de un ejercicio democrático que permite orientar las políticas y programas del Gobierno de la República en el presente sexenio. Este documento traza los objetivos de las políticas públicas, establece las acciones específicas para cumplir con dichos objetivos y precisa los indicadores que permiten medir los avances obtenidos.

I. POLÍTICA Y GOBIERNO

Erradicar la corrupción, el dispendio y la frivolidad

La corrupción es la forma más extrema de la privatización, es decir, la transferencia de bienes y recursos públicos a particulares. Las practicas corruptas, agudizadas en el periodo neoliberal, dañaron severamente la capacidad de las instituciones para desempeñar sus tareas legales, para atender las necesidades de la población, para garantizar los derechos de los ciudadanos y para incidir en forma positiva en el desarrollo del país.

- i. Erradicar la corrupción y reactivar la procuración de justicia
- ii. Garantizar empleo, educación, salud y bienestar
- iii. Pleno respeto a los derechos humanos
- iv. Regeneración ética de las instituciones y de la sociedad
- v. Reformular el combate a las drogas
- vi. Emprender la construcción de la paz
- vii. Recuperación y dignificación de las cárceles

- viii. Articular la seguridad nacional, la seguridad pública y la paz
- ix. Repensar la seguridad nacional y reorientar las Fuerzas Armadas
- x. Establecer la Guardia Nacional
- xi. Coordinaciones nacionales, estatales y regionales
- xii. Estrategias específicas

II. POLÍTICA SOCIAL

Construir un país con bienestar

El objetivo más importante del gobierno de la Cuarta Transformación es que en 2024 la población de México esté viviendo en un entorno de bienestar. En última instancia, la lucha contra la corrupción y la frivolidad, la construcción de la paz y la seguridad, los proyectos regionales y los programas sectoriales que opera el Ejecutivo Federal están orientados a ese propósito sexenal.

El derecho a la vida, a la integridad física y a la propiedad serán garantizados por medio de la ya descrita Estrategia Nacional de Paz y Seguridad. El gobierno federal hará realidad el lema “Primero los pobres”, que significa empezar el combate a la pobreza y la marginación por los sectores más indefensos de la población.

- i. El Programa para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores
- ii. Programa Pensión para el Bienestar de las Personas con Discapacidad
- iii. Programa Nacional de Becas para el Bienestar Benito Juárez
- iv. Jóvenes Construyendo el Futuro
- v. Jóvenes escribiendo el futuro
- vi. Sembrando vida
- vii. Programa Nacional de Reconstrucción
- viii. Desarrollo Urbano y Vivienda



- ix. Tandas para el bienestar

III. ECONOMIA

Mantener finanzas sanas. No se gastará más dinero del que ingrese a la hacienda pública. Los recursos destinados a financiar los programas sociales provendrán de lo que se ahorre.

- Detonar el crecimiento
- Mantener finanzas sanas
- No más incrementos impositivos
- Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada
- Rescate del sector energético
- Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo
- Creación del Banco del Bienestar
- Construcción de caminos rurales
- Cobertura de Internet para todo el país.
- Proyectos regionales

III.1.4. PLAN VERACRUZANO DE DESARROLLO (PVD)

El Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 (PVD), publicado en la Gaceta Oficial el 05 de junio de 2019, es un documento construido con una visión de planificación institucional para implementar políticas publicas articuladas, a partir de un modelo de gestión gubernamental a fin de transformar la situación actual del Estado.

Conforme a la perspectiva de la Planeación Estratégica se integró a diversos actores sociales con visiones compartidas de futuro. El involucramiento y compromiso de los equipos de planeación de cada una de las Dependencias de la Administración Estatal llevaron a la definición de políticas transversales traducidas en objetivos estratégicos para solucionar problemáticas concretas. Los diagnósticos situacionales de la entidad permitieron reconocer el entorno social, cultural, económico y político actual,

complementado en fuentes de naturaleza externa (organismos nacionales e internacionales) e interna (programas sectoriales y documentación institucional).

Tres son los Ejes Generales definidos para el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024: Derechos Humanos (Eje A), Desarrollo Económico (Eje B) y Bienestar Social (Eje C). Su articulación permitirá organizar e implementar las intervenciones públicas al interior de su estructura administrativa, con el objetivo de ordenar y armonizar el nivel de planeación institucional correspondiente a los 16 Programas Sectoriales.

Así, en el Eje de Derechos Humanos (Eje A) se concentran las políticas y programas implementados por las Secretarías de Gobierno, Educación, Seguridad Pública y la Coordinación General de Comunicación Social, a través de sus respectivos programas sectoriales, sumándose las acciones realizadas por los institutos veracruzanos de Asuntos Indígenas, de las Mujeres y de la Juventud.

El común denominador de las áreas integradas en el Eje de Derechos Humanos (Eje A) es el cumplimiento de políticas públicas con enfoque de Cultura de Paz, Derechos Humanos y perspectiva de género. Lo anterior, sin dejar de considerar las responsabilidades de promoción y protección que la sociedad veracruzana en su conjunto entiende como el disfrute pleno de las libertades fundamentales y no como simples aspiraciones que pudieran ser o no otorgadas a gusto del gobernante en turno.

Lograr que la ciudadanía veracruzana y sus familias obtengan un nivel adecuado de vida mediante la mejora de sus condiciones de subsistencia económica y social, caracterizan las acciones del eje de Desarrollo Económico (Eje B). Este comprende sendos Programas Sectoriales elaborados por las Secretarías de Desarrollo Económico, Turismo, Infraestructura y Obras Públicas; Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca; Trabajo, Previsión Social y Productividad; Finanzas y Planeación y Contraloría General.

En estas dependencias se advierten aquellos bienes y servicios para la aplicación de programas integrales en los que sean las comunidades el actor principal de los trabajos de explotación y conservación del medio ambiente; fortalecimiento de los procesos de producción sostenible que permitan incrementar su productividad y la competitividad; el fomento y apoyo a las empresas, los emprendedores estatales y el fortalecimiento de las oportunidades laborales en los ámbitos turísticos, de la construcción y la industria distribuida por todo el territorio estatal.

El eje denominado Bienestar Social (Eje C) concentra los esfuerzos de las Secretarías de Desarrollo Social, Salud, Protección Civil, Medio Ambiente y el actual Instituto Veracruzano de la Cultura,

dependencias y entidades que conjugan los esfuerzos para la mejora de la calidad de vida y desarrollo humano de las y los veracruzanos.

Finalmente, el criterio presente en estas tres vertientes deberá enfocarse a planear de manera operativa presupuestos con perspectiva de género en atención al Eje transversal de Cultura de Paz y Derechos Humanos.

Así mismo, el seguimiento y evaluación de los presupuestos planeados y ejercidos deberá ser corresponsabilidad de las dependencias involucradas en la asignación y control de los recursos (SEFIPLAN y CGE), en apego al Eje transversal de Austeridad y Honestidad.

III.1.5. PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE ECOLÓGICAS

En el 2006 se declaró de manera oficial “Zona de Restauración Ecológica” a la cuenca baja del Río Coatzacoalcos, lo anterior fue propiciado porque esta cuenca presenta una compleja problemática ambiental, debido al nivel de deterioro por influencia antropogénica a la que ha sido sometida durante las últimas décadas y que la tiene al borde de un colapso ambiental.

En la cuenca alta, la problemática está relacionada principalmente a los efectos de la sobreexplotación forestal y extracción de la fauna silvestre, además de problemas relacionados con la tenencia de la tierra y producción de estupefacientes.

En la parte media y baja de esta cuenca, la transformación más notable ha cambiado de modo radical el uso natural del suelo, resultando una simplificación de la estructura biótica original y un uso desordenado de los recursos naturales del territorio, generando el peligro de disfuncionalidad de la cuenca.

Esta problemática incluye un uso elevado del agua en los procesos tanto de la producción agropecuaria, como de la industria petroquímica y uso urbano, lo que ha provocado altos niveles de degradación en su calidad.

El objetivo buscado en la declaratoria de la “Zona de Restauración Ecológica” a la cuenca baja del Río Coatzacoalcos, tiene la finalidad permitir el restablecimiento de los ecosistemas afectados, garantizar la viabilidad futura de los sectores productivos perjudicados y la ejecución de obras municipales en materia de saneamiento, seguridad y protección civil para la población.

Por lo anteriormente descrito, se define que el Proyecto evaluado no se contrapone con el objetivos establecidos por declaratoria de “Zona de Restauración Ecológica” a la cuenca baja del Río Coatzacoalcos, ni contribuirá con el deterioro del Río Coatzacoalcos, ya que el proyecto no presenta impactos significativos en las aguas superficiales específicamente en el Río Coatzacoalcos, dado que no se contempla la descarga de efluentes provenientes de las actividades de construcción y puesta en operación del Proyecto evaluado.

Normas aplicables al proyecto:

NORMA	TITULO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA
SEMARNAT	
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NOM-041-SEMARNAT-2006	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible
NOM-045-SEMARNAT-2006.	Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible
NOM-050-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies de riesgo.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NORMA	TITULO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
NOM-085-SEMARNAT-2011	Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.
NOM-086-SEMARNAT-2005.	Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.
STyPS	
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de Seguridad e higiene.
NOM-002-STPS-2010	Establece las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. D.O.F. 8-09-2000 (aclaración D.O.F. 06-01-2003).
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. D.O.F. 31-05-99.
NOM-011-STPS-2001	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
NOM-015-STPS-2001	Establece las condiciones de seguridad e higiene bajo condiciones térmicas elevadas o abatidas D.O.F. 14-06-2002.
NOM-017-STPS-2008	Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-020-STPS-72011	Establece los requisitos mínimos de seguridad para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y calderas en los centros de trabajo, para la prevención de riesgos a los trabajadores y daños en las

NORMA	TITULO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA
	instalaciones. D.O.F. 28-10-2002
NOM-021-STPS-1994	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
NOM-027-STPS-2008	Soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-080-STPS-1993	Determinación del nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo

III.2. REGLAMENTOS ESPECÍFICOS EN LA MATERIA.

III.2.1. REGLAMENTOS APLICABLES AL PROYECTO

El proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, estará regulado principalmente por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente la cual es soporte de la estructura de los instrumentos normativos siguientes aplicables:

III.2.2. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

El Artículo que vincula el presente proyecto es el Artículo 5 inciso o) fracción II, Artículos 9, 10, 12, 14, 17, 19, 27, 28, 47 al 50, relacionados con las actividades sujetas a la presentación de la manifestación de impacto ambiental (MIA), el contenido para elaborar la MIA y el procedimiento para obtener la autorización correspondiente.

III.2.3. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de ordenamiento ecológico de competencia Federal.

III.2.4. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

III.2.5. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

III.2.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en lo que se refiere al cambio de Uso de Suelo y lo aplicable en su entorno.

En el **Artículo 120** de este Reglamento, se dan a conocer los requisitos que deben cubrir los promoventes de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

El estudio técnico justificativo para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, deberá estar conformado por quince capítulos, los cuales habrán de estar organizados e intitulados conforme lo indica el **Artículo 121**.

El proyecto se vincula también con los **Artículos 122, 123, 124, 125, 126 y 127**, en los cuales se encuentran las disposiciones para elaborar el estudio técnico justificativo (ETJ) y para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en los terrenos forestales.

III.3. LEYES FEDERALES APLICABLES AL PROYECTO:

III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

En esta Ley se establecen las bases de regulación y observancia de todos los aspectos ambientales. De esta manera la LGEEPA, se vincula con todos los componentes ambientales del presente Proyecto:

- ⇒ En su sección V, referente a la evaluación del Impacto Ambiental, involucrando los artículos 28 al 35 bis, y lo establecido en el Reglamento de ésta Ley en Materia de Impacto Ambiental (sección 3.2.2)
- ⇒ En relación con la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, olores y contaminación visual, en el artículo 155 y 156 se establecen las prohibiciones y las competencias en la metodología y tecnología para el control.
- ⇒ El Ordenamiento ecológico. En los artículos 1, 2 y 3 de la LGEEPA, se definen y establecen las bases para la formulación del ordenamiento ecológico, considerándolo de interés y utilidad pública y social. Donde se establece claramente el vínculo jurídico entre el ordenamiento ecológico y la planeación nacional, pues en su artículo 17 indica la obligatoriedad de la observancia de este instrumento en el esquema de planeación nacional del desarrollo.
- ⇒ En su Título primero "Disposiciones generales", capítulo IV, sección II (Ordenamiento del territorio), involucrando los artículos 19 al 20 bis 7.
- ⇒ En el Cap. II, en lo referente a la Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos, involucrando los artículos 98 y 99.
- ⇒ En el Cap. II, en lo referente a la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, involucrando los artículos 110 al 116.

De conformidad con lo anterior, el promovente del proyecto está obligado a presentar una manifestación de impacto ambiental ante la SEMARNAT, para su evaluación y poder obtener la autorización para efectuar las obras y actividades respectivas, que se involucren en el desarrollo del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”**.

III.3.2. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos.

- II. Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos.
- III. Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos.
- IV. Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos;
- V. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;
- VI. Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;
- VII. Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados;
- VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable.
- IX. Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como de sitios contaminados y remediados;
- X. Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;
- XI. Regular la importación y exportación de residuos;
- XII. Fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica.

XIII. Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que corresponda.

III.3.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Su objetivo es regular la conservación de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. De acuerdo con esta ley, los derechos de aprovechamiento sobre ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre, son de los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde ésta se distribuye (SEMARNAT, 2000c).

Bajo el principio de conservación como base de la política sobre vida silvestre, esta ley contempla la creación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en las cuales se desarrollen actividades de conservación o aprovechamiento sustentable de ejemplares y poblaciones de la vida silvestre, a nombre de los propietarios o legítimos poseedores. Asimismo, brinda la definición de las especies y poblaciones en riesgo identificadas como en peligros de extinción, amenazados y sujetas a protección especial, que es fundamento de la NOM-059-SEMARNAT-2001.

El proyecto, se vincula con la LGVS, en los Artículos 106 y 108, relativos a las disposiciones encaminadas a la obligación de reparar los daños que se causen a la vida silvestre y su hábitat y la forma en que habrá de realizarse.

III.3.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

1.-Capítulo II Art. 7.- Para efectos de esta ley se entenderá por:

V.-Cambio de uso de suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

XL.- Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal.

XLV.-Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales:

2.-El Artículo 117 de esta Ley establece como condición para otorgar la autorización de cambio de uso de suelo, la presentación del ETJ que demuestre la viabilidad ambiental del proyecto, según se dispone continuación:

La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

3.-El Artículo 118 de esta Ley obliga al promovente del proyecto, a realizar un pago como medida compensatoria por cambio de uso de suelo:

Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

De conformidad con lo anterior, la promovente del proyecto dará cumplimiento a lo establecido en esta ley, por lo que presenta de manera paralela el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) ante la SEMARNAT, para su evaluación y resolución, para poder obtener la autorización de cambio de uso del suelo en los terrenos del sitio del proyecto y con ello regularizar las actividades necesarias del proyecto.

III.3.5. CÓDIGO PENAL FEDERAL

Algunas de las violaciones contra el medio ambiente pueden constituir delitos del orden federal, por lo que se deberán tener presente diversas disposiciones del Código Penal Federal, principalmente tomar en cuenta que el TÍTULO VIGESIMO QUINTO considera como delitos contra el ambiente y la gestión ambiental:

- Al que ilícitamente, o sin aplicar las medidas de prevención o seguridad, realice actividades de producción, almacenamiento, tráfico, importación o exportación, transporte, abandono, desecho, descarga, o realice cualquier otra actividad con sustancias consideradas peligrosas por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, radioactivas u otras análogas, lo ordene o autorice, que cause un daño a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a los ecosistemas, a la calidad del agua, al suelo, al subsuelo o al ambiente.

- Al que ilícitamente descargue, deposite, o infiltre, lo autorice u ordene, aguas residuales, líquidos químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes en los suelos, subsuelos, aguas marinas, ríos, cuencas, vasos o demás depósitos o corrientes de agua de competencia federal, que cause un riesgo de daño o dañe a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a la calidad del agua, a los ecosistemas o al ambiente.
- Al que ilícitamente dañe, deseque o rellene humedales, manglares, lagunas, esteros o pantanos.

III.3.6. BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES

Es aplicable en este apartado la Ley de del equilibrio Ecológico del Estado de Veracruz, que en su artículo 6º establece que el municipio tiene facultades para:

- I. Formular y conducir la política municipal de ecología, en congruencia con la estatal;
- II. Aplicar, en sus respectivas circunscripciones territoriales, esta Ley en los materiales de su competencia y las normas técnicas y criterios ecológicos que expida la Federación, vigilando su observancia;
- III. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente en sus respectivas circunscripciones territoriales, salvo cuando se trata de asuntos de competencia del Estado o de la Federación;
- IV. Adoptar las medidas necesarias para prevenir y controlar emergencias ecológicas y contingencias ambientales, cuando la magnitud o gravedad de los desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, no rebasen su ámbito territorial. Cuando la acción sea exclusiva de la Federación, otorgarán los apoyos que ésta requiera;
- V. Participar con el Estado en la aplicación de las normas que éste expida para regular las actividades que no sean consideradas altamente riesgosas;
- VI. Regular, crear y administrar los parques urbanos y, en su caso, administrar las zonas sujetas a conservación ecológica;

- VII. Prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera, generada por fuentes de jurisdicción municipal;
- VIII. Establecer y aplicar las medidas para hacer efectiva la prohibición de emisiones contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles por ruidos, vibraciones, energía térmica; lumínica y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, en zonas o por fuentes emisoras de jurisdicción municipal;
- IX. Apoyar al Estado para el aprovechamiento racional y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción. Asimismo, prevenir y controlar la contaminación de las aguas federales que tengan asignadas o concesionadas para la prestación de servicios públicos y de las que se descarguen en los sistemas de drenaje y el alcantarillado de los centros de población;
- X. Programar el ordenamiento ecológico municipal, particularmente en los asentamientos humanos, y participar en la programación de ordenamiento ecológico estatal, en lo relativo a su circunscripción territorial;
- XI. Participar con el Estado en la aplicación de las normas que este expide para regular con fines ecológicos el aprovechamiento de los minerales o sustancias no reservadas a la Federación que constituyen depósitos de la naturaleza semejante a los componentes de los suelos, o productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornato;
- XII. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección ambiental en los centros de población en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abastos, panteones, rastros, calles, parques urbanos y jardines, tránsito y transporte local;
- XIII. El manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean considerados peligrosos por la Ley;
- XIV. Evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades no reservadas a la Federación o al Estado;

- XV. Conectar con los sectores social y privado, para la realización de acciones de las materias de su competencia conforme a esta Ley;
- XVI. Aplicar las sanciones administrativas por violaciones a la presente Ley y sus reglamentos en los asuntos de su competencia;
- XVII. Formular querrela ante la autoridad competente de los hechos ilícitos materia de esta Ley, que regula el Código Penal, y
- XVIII. Las demás que conforme a esta Ley les corresponda.

Con base en las atribuciones previstas en esta Ley, los municipios expedirán los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que se requieran para proveer en su cumplimiento.

III.4. OTROS ORDENAMIENTOS APLICABLES

III.4.1. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO)

Con el propósito de orientar esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México, la CONABIO impulsó un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad (CONABIO, 2008), así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos, considerando los ámbitos: terrestre “regiones terrestres prioritarias” (Arriaga et al., 2000), marino “regiones prioritarias marinas” (Arriaga et al., 1998) y acuático epicontinental “regiones hidrológicas prioritarias” (Arriaga et al., 2002).

Para el estado de Veracruz se identificaron las regiones prioritarias siguientes: 10 terrestres, seis hidrológicas y seis marinas. La superficie que ocupará el Proyecto se encuentra ubicada en la Región Marina Prioritaria “Delta del Río Coatzacoalcos”; sin embargo éstas áreas representan un diagnóstico para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido, por lo que no existen restricciones o criterios ecológicos que limiten el desarrollo del mismo.

Áreas de importancia para la conservación de las aves

El programa Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), surgió como una idea conjunta entre la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y Birdlife Internacional; fue apoyado inicialmente por la Comisión para la Cooperación

Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. De este modo, en México, se han identificado 230 áreas que se encuentran constituidas en una base de datos (CONABIO, 2006).

Veracruz cuenta con nueve AICAS: Centro de Veracruz, Huayacocotla, Humedales de Alvarado, Los Tuxtlas, Río Metlac, Sierra de Zongolica, Tecolutla, Uxpanapa, Humedales de Altamira. La superficie donde quedará comprendido el Proyecto No

III.4.2. CONVENCIÓN RELATIVA A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL, ESPECIALMENTE COMO HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS

La Convención sobre los Humedales, mejor conocida como RAMSAR, es un tratado intergubernamental que proporciona el marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971, entró en vigor a finales de 1975 y es el único tratado ambiental mundial específico para un ecosistema. México es parte de RAMSAR desde 1985, con la inscripción de Río Lagartos, Yucatán, como el primer humedal de importancia internacional de México; a la fecha hay 65 sitios registrados (RAMSAR, 2011).

Uno de los compromisos de las Partes Contratantes (países miembros) es designar por lo menos un humedal que cumpla los criterios para ser inscrito en la Lista de Humedales de Importancia Internacional y a asegurar el mantenimiento de las características ecológicas de cada uno de estos "sitios Ramsar"; aunque no es necesario que los sitios inscritos en la lista estén sujetos al régimen jurídico de área protegida, siempre que se mantengan sus características ecológicas mediante un enfoque de uso racional.

El estado de Veracruz cuenta con 12 sitios RAMSAR, el sitio del Proyecto No se ubica dentro de alguno de ellos por lo que no hay vinculación del mismo en esta materia.

III.4.3. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES.

México firmó su adhesión a la Convención en 1991. La CITES cuenta con el mayor número de miembros (169 Partes) y entró en vigor el 1 de julio de 1975 (CITES, 2010).

La finalidad de la CITES es velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia. Toda importación, exportación, reexportación o introducción de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias.

Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten. Así, en el Apéndice I, figuran las especies de animales y plantas sobre las que pesa un mayor peligro de extinción, generalmente se prohíbe el comercio internacional. En el Apéndice II, figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

En el Apéndice III, figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

El Proyecto no se vincula con esta Convención toda vez que su desarrollo no implica la importación, exportación, reexportación o introducción de especies amparadas por la CITES. Cabe señalar que se prestará especial atención durante la ejecución de las etapas que lo conforman, para que el personal evite realizar cualquier actividad que amenace la supervivencia de la vida silvestre, incluida el comercio de especímenes o partes de ellos.

Basado en este marco legal, se determina que no existe alguna disposición que condicione la ejecución y desarrollo del proyecto evaluado.



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

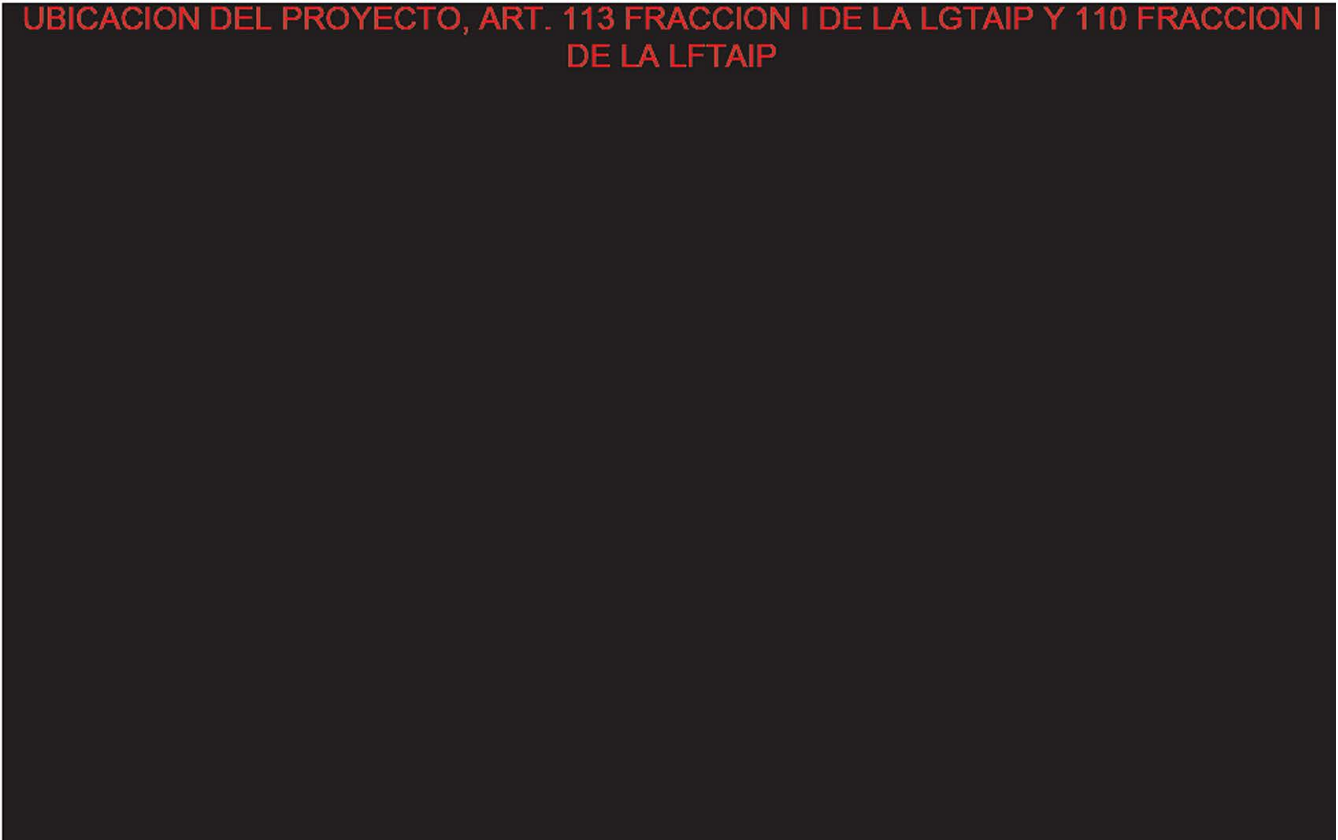
PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



PREPARADO PARA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)





CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	2
IV.1. Delimitación del área de estudio.....	4
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental	5
IV.2.1. Aspectos abióticos	5
IV.2.1.A. Clima.....	5
IV.2.1.B. Condiciones meteorológicas.....	6
IV.2.1.C. Fenómenos hidrometeorológicos	8
IV.2.1.C.1. Inundaciones.....	8
IV.2.1.C.2. Ciclones tropicales.....	9
IV.2.1.C.3. Sequías	10
IV.2.1.C.4. Riesgo por granizo.....	11
IV.2.1.C.5. Riesgo por heladas	11
IV.2.1.D. Geología	13
IV.2.1.E. Fisiografía	14
IV.2.1.F. Edafología.....	15
IV.2.1.G. Riesgos geológicos	17
IV.2.1.G.1. Susceptibilidad a deslizamientos y hundimientos.....	17
IV.2.1.G.2. Sismicidad	18
IV.2.1.H. Hidrología	20
IV.2.1.H.1. Hidrología superficial	20
IV.2.1.H.2. Hidrología subterránea	22
IV.2.2. Aspectos bióticos	22
IV.2.2.A. Vegetación	22
IV.2.2.B. Fauna.....	30
IV.2.3. Paisaje	33
IV.2.3.A. Metodología utilizada.....	34
IV.2.4. Medio socioeconómico.....	39
IV.2.4.1. Nanchital.....	39
IV.2.4.2. Ixhuatlán del Sureste	43
IV.2.5. Diagnóstico ambiental.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1. Delimitación del Sistema Ambiental.....	5
Figura IV. 2. Tipo de clima del Sistema Ambiental.....	6
Figura IV. 3. Peligro de inundaciones.....	9
Figura IV. 4. Peligro de ciclones tropicales.....	10
Figura IV. 5. Peligro de sequías	11
Figura IV. 6. Riesgo por granizo.....	12
Figura IV. 7. Riesgo por heladas.....	12



Figura IV. 8.	Geología.....	14
Figura IV. 9.	Fisiografía	15
Figura IV. 10.	Edafología.....	16
Figura IV. 11.	Edafología.....	17
Figura IV. 12.	Regionalización sísmica	18
Figura IV. 13.	Intensidad sísmica.....	19
Figura IV. 14.	Hidrología superficial.....	21
Figura IV. 15.	Uso de suelo y vegetación	24
Figura IV. 16.	Tipo vegetación presente en el SA y el AP.....	28
Figura IV. 17.	Unidades de paisaje en el SA y el AP	38
Figura IV. 18.	Población según edad.....	43

INDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1.	Historial de condiciones meteorológicas del sitio 2013-2015	6
Tabla IV. 2.	Pendientes en el SA.....	14
Tabla IV. 3.	Listados de especies identificadas en el predio del proyecto	26
Tabla IV. 4.	Índice de valor de importancia.....	29
Tabla IV. 5.	Especies protegidas y/o listadas bajo alguna categoría de riesgo	32
Tabla IV. 6.	Clasificación de los elementos del paisaje	34
Tabla IV. 7.	Calificación del estado de los elementos del paisaje	35
Tabla IV. 8.	Calificación de la fragilidad del paisaje.....	36
Tabla IV. 9.	Clasificación de la calidad del paisaje	36
Tabla IV. 10.	Comportamiento de la población 1995-2010	40
Tabla IV. 11.	Tasa de crecimiento poblacional.....	40
Tabla IV. 12.	Indicador de económicos	41
Tabla IV. 13.	Densidad de población, tasa media de crecimiento anual y distribución por sexo	43
Tabla IV. 14.	Tipo de localidades y población que alberga el municipio de Ixhuatlán del Sureste	44
Tabla IV. 15.	Distribución de la población de cinco años y más edad según su condición migratoria .	44
Tabla IV. 16.	Indicadores y grado de marginación en el municipio de Ixhuatlán del Sureste	45
Tabla IV. 17.	Hablantes de lengua indígena.....	46
Tabla IV. 18.	Características educativas.....	47
Tabla IV. 19.	Características de las viviendas	49
Tabla IV. 20.	Acceso de la población a los servicios de salud.....	49
Tabla IV. 21.	Distribución de la PEI por tipo de inactividad.....	50
Tabla IV. 22.	Diagnóstico ambiental.....	51



IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Este Capítulo tiene el objetivo de describir y analizar en forma integral el sistema ambiental que constituye el entorno del proyecto. Por lo que se delimitará el área de estudio tomando una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación.

Posteriormente, se caracteriza y analiza el sistema ambiental, considerando: la biodiversidad, distribución y amplitud de los componentes del paisaje, y la composición de los ecosistemas (selvas, bosques, manglar, patrones hidrológicos, según sea el caso) que por su fragilidad, vulnerabilidad e importancia en su estructura pudieran verse afectados en el momento de continuar con la ejecución del proyecto.

IV.1. Delimitación del área de estudio

Los aspectos del medio natural y socioeconómico son importantes para la delimitación del área de estudio, sin embargo los criterios están basados principalmente en los instrumentos de planeación y de condiciones ambientales, los cuales se resumen a continuación:

- El área de estudio se detallará considerando un radio de influencia, de por lo menos de 500 metros a la redonda. Debido a que el proyecto se encuentra desarrollado bajo el predio denominado Shalapa en una superficie de 225.22 has que incide sobre dos municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste y en su amplitud de superficie se encuentran las interacciones más importantes de los asentamientos humanos, carreteras, e infraestructura eléctrica de ambos municipios, por otro lado, las características ecológicas de la región son homogéneas en relación a la funcionalidad del Sistema Ambiental del Ordenamiento de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, lo que limita o condiciona el uso del suelo que se propone y en este sentido el suelo propuesto es para el desarrollo industrial predominantemente.
- El análisis del sistema ambiental de la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto; da como resultado de la exploración física de los terrenos, considerando la dimensión de las obras comprendidas para el proyecto e identificando los elementos importantes como diversidad, distribución y amplitud de los componentes paisajísticos de la zona y los radios de afectación que podrían incidir por el manejo de sustancias altamente riesgosas, por lo que es importante llevarlo hasta a una longitud igual de un radio de 500 metros donde se encuentran las interacciones más importantes con los receptores de riesgo existentes.

En la figura siguiente se presenta la delimitación del Sistema Ambiental y el área del proyecto dentro del predio Shalapa, que incide sobre dos municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste.

Las dimensiones del área de estudio divididas en el Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP), son las siguientes:



- La superficie total del Sistema Ambiental es de 974. 85 has.
- La superficie del área de influencia determinado por el predio Shalapa con una superficie de 225.22 has.
- El área del proyecto de las obras permanentes ocupan aproximadamente 25 has del predio dispersas en toda su superficie.

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1. Aspectos abióticos

IV.2.1.A. Clima

De acuerdo con la clasificación de climas de Köppen modificada por García (1981), en el predio se distingue un solo tipo de clima, el cual se describe como Am(f): Cálido húmedo con lluvias en verano, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. La precipitación del mes más seco menor de 60 mm; porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

Figura IV. 2. Tipo de clima del Sistema Ambiental

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2.1.B. Condiciones meteorológicas

De acuerdo a las condiciones meteorológicas como lo es la temperatura, la precipitación, la presión atmosférica, la humedad relativa, la velocidad y dirección del viento, se tomaron en cuenta los valores de los últimos 3 años de la estación meteorológica 767383, en las cercanías de Minatitlán, al ser la estación más cercana al sitio y la que se encuentran actualmente en funcionamiento.

Tabla IV. 1. Historial de condiciones meteorológicas del sitio 2013-2015

2013	Mes	T	TM	Tm	SLP	H	PP	VV	V	VM
2013	ENERO	22 1	24 5	19 6	1022 5	72 9	0 51	11 7	16 3	30 6
2013	FEBRERO	24 4	27 7	20 3	1018 5	69 3	0	12 9	16 6	27 3
2013	MARZO	23 6	26 3	19 8	1021	68 3	0	15 2	18 3	29
2013	ABRIL	26 7	30 4	22 5	1016 5	63 1	0	13 8	16 2	27 9
2013	MAYO	27 7	31 1	24 2	1017 3	65 5	9 91	12 2	15 6	29 4

2013	Mes	T	TM	Tm	SLP	H	PP	VV	V	VM
2013	JUNIO	28 9	31 2	25 9	1018 2	69 9	6 85	14 5	13 4	24 5
2013	JULIO	28 3	30 5	25 1	1020 4	68 8	1 78	14 2	13 6	23 6
2013	AGOSTO	28	20 6	24 6	1020 1	71 5	31 24	13 6	13	27 7
2013	SEPTIEMBRE	27 9	31	24 8	1016 1	70	69 59	15 5	11 6	22 6
2013	OCTUBRE	27 4	30	24 6	1019 6	72 7	4 07	14 1	14 9	24 2
2013	NOVIEMBRE	24 7	26 8	22 2	1022 9	80	32 27	13 7	19	30 1
2013	DICIEMBRE	23 7	26 2	20 7	1023 7	77 8	1 27	14 6	15 7	32
2014	ENERO	21 5	24 4	18 4	1025 6	77 4	5 08	14 8	14 1	28 3
2014	FEBRERO	24 5	27 2	21 3	1020 9	72 8	0	13 4	15 8	29
2014	MARZO	28	31 6	23 8	1018 1	65 3	0	15 4	18 8	33 9
2014	ABRIL	27 7	30 6	24 5	1019 6	66 8	3 05	15 8	15 3	28 9
2014	MAYO	28 6	31 1	25 7	1017 9	65	3 05	15 3	11 9	22 9
2014	JUNIO	28 6	31 1	25 7	1017 9	65	3 05	15 3	11 9	22 9
2014	JULIO	28 5	30 8	25 5	1019 8	63 6	7 11	16 1	16 4	30 1
2014	AGOSTO	28 6	31 2	25	1019 9	64 5	8 38	17 6	12 6	25
2014	SEPTIEMBRE	27 9	30 9	24 7	1018 3	69 1	14 23	17 1	12 7	23 6
2014	OCTUBRE	26 7	29 3	23 6	1019 4	68 7	0 51	14 7	14 3	26 1
2014	NOVIEMBRE	24 5	27 2	21 5	1023 1	73 1	1 52	15 7	14 5	28
2014	DICIEMBRE	23 5	26 1	20 3	1023 6	79	3 05	15 5	13 6	26 7
2015	ENERO	21 4	23 8	18 7	1025 7	84 6	7 36	14 7	18 2	35 2
2015	FEBRERO	22	25 1	18 3	1023 3	83 6	0	13 2	15 6	31 8
2015	MARZO	23 8	27 1	20 8	1022 1	79 5	0	13	13 8	29 5
2015	ABRIL	28 5	32 1	24 8	1014 5	64 4	0	13 4	13 7	27
2015	MAYO	28 3	31 1	24 9	1018 2	65	1 52	13 6	11 1	24 5
2015	JUNIO	28	30 8	25	1018 3	65 2	4 83	13 7	13 2	24 9
2015	JULIO	28 3	30 2	25 6	1019 4	66 2	1 02	13 5	14 2	23 3

2013	Mes	T	TM	Tm	SLP	H	PP	VV	V	VM
2015	AGOSTO	28.8	31.7	25	1018.3	61.5	17.78	14.9	13	24.3
2015	SEPTIEMBRE	28.2	31.2	24.4	1017.2	65.4	17.78	16.1	10	23
2015	OCTUBRE	27.5	30.4	24	1018.1	67.5	11.68	12.6	11.14	24.8
2015	NOVIEMBRE	26	28.2	23.4	1019.1	72.7	3.55	13.7	12.6	25.2
2015	DICIEMBRE	25.1	28	22.3	1019.5	72.7	0	12.5	13	28.1
Media Total		26.33	29.10	23.1	1019.85	70.23	7.56	14.38	14.32	27.11

Referencia 1: http://www.tuempo.net/c_ma/M_nat_tan/12-2015/767383.htm

Referencia 2: T: Temperatura media (°C) TM: Temperatura máxima (°C) Tm: Temperatura mínima SLP: presión atmosférica sobre nivel de mar H: humedad relativa % PP: precipitación total de lluvia VV: velocidad media km/h V: velocidad de viento km/h VM: Velocidad máxima sostenida de viento Km/h

Lo anterior ubica a la SA y el AP en un régimen térmico caluroso en donde la temperatura fluctúa entre 28°C en verano y 22°C en invierno, observándose una temperatura media anual de 26.33°C, con una máxima de 29.10 °C y una mínima de 23.1° Lo anterior muestra un clima extremoso en el cual se presentan lluvias todo el año con una precipitación media anual de 3500 mm y una humedad relativa alta cuyo promedio anual es de 70%.

Los vientos son predominantemente del Norte alcanzando sus velocidades máximas entre los meses de octubre a marzo con un viento reinante de 14.32 m/seg y un viento dominante de 27.11 m/seg. Es importante señalar que, por su ubicación en la franja costera, la zona conurbada presenta problemas eólicos consistentes en erosión y movimientos constantes de dunas que se localizan transversales a la dirección del viento. Los vientos irregulares como huracanes y nortes invernales constituyen un peligro potencial en las áreas urbanas ubicadas en el cordón litoral. Las mareas observadas en esta zona son de tipo mixto- diurna, presenta una marea alta y una marea baja por día con una variación de altitud entre los 39 y 52 cm. en función de la época del año

IV.2.1.C. Fenómenos hidrometeorológicos

IV.2.1.C.1. Inundaciones

El proyecto se localiza en una zona que se considera de media ocurrencia de inundaciones, el tipo de suelo (el cual se satura fácilmente), así como las lluvias torrenciales juegan un papel importante en la peligrosidad que representan dichos eventos.

El Gobierno Federal a través de La Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC) a petición de Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave publicó la última Declaratoria de Emergencia por la presencia de lluvia severa, inundación fluvial y pluvial, y vientos fuertes ocurridos del 16 al 24 de octubre de 2018,



en 5 municipios del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, en los que se incluyen los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste con la finalidad de obtener los recursos del Fondo para la Atención de Emergencias FONDEN de la Secretaría de Gobernación.

Figura IV. 3. Peligro de inundaciones

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2.1.C.2. Ciclones tropicales

La incidencia de estos fenómenos representa una peligrosidad muy alta para la región, debido a que estos se forman en el caribe y pueden entrar al Golfo de México especialmente por la trayectoria que pudieran tomar y tocar tierra por la parte de la ciudad de Coatzacoalcos. La intensidad de estos fenómenos tiende a entrar con una magnitud de escala de categoria baja o alta por la circulación de aire caliente con la mezcla de aire frío proveniente de la parte norte del país.

Es por ello por lo que los efectos destructivos (como las rachas de viento) asociados a los huracanes se vislumbran como un peligro directo en la zona donde se ubica la instalación de almacenamientos subterráneos, que repercuten de manera directa a través del aporte de lluvia torrencial y fuertes rachas de vientos. Como se aprecia en la siguiente figura. Los ciclones tropicales en la zona del proyecto en operación son muy altas.



Figura IV. 4. Peligro de ciclones tropicales

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

IV.2.1.C.3. Sequías

Las sequías son un fenómeno poco común en el Estado de Veracruz; si bien no parecieran representar más que un riesgo muy bajo para el municipio de Nanchital e Ixhuatlán del Suresta, si merecen considerarlas como un factor de vulnerabilidad en el sentido de la presión que se ejerce en la sobreexplotación de las aguas subterráneas.

Dicho consumo sustentan la producción industria por las empresas petroquímicas presentes en la región, la actividad agrícola y ganadera, así como el creciente desarrollo de asentamientos humanos que demandan servicios básicos como lo es el abastecimiento de agua potable. Todas la actividades antes mencionadas en su conjunto y de manera integral en el suministro de agua representan una contribución en el déficit de la recarga del acuífero.



Figura IV. 5. Peligro de sequías

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2.1.C.4. Riesgo por granizo

Es muy bajo el peligro registrado para tormentas de granizo o con presencia del mismo. En los eventos de lluvia el principal problema detectado es el referido a las inundaciones de las zonas más bajas de la cuenca o más próximos a los arroyos.

IV.2.1.C.5. Riesgo por heladas

Las condiciones climáticas de la zona indican una cantidad baja de días con heladas respecto a la totalidad del año, los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste no son susceptibles a este tipo de fenómenos, por lo que la afectación no representan ningún riesgo a los cultivos y a la importancia de estos en la economía local.



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Figura IV. 6. Riesgo por granizo

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



IV.2.1.D. Geología

La geología presente en cuanto a su origen y formación proviene del período de Neógeno (60%), cuaternario (10%), Paleógeno (7%), con rocas sedimentarias, areniscas (60%) y lutita (7%), con suelo aluvial. La cuenca salina del Istmo, donde converge el área de estudio, se ubica al Norte de la parte más angosta del Istmo de Tehuantepec, entre los Ríos Coatzacoalcos y Tonalá. Tiene una longitud aproximada de 150 Km., de WNW a ESE y cuando menos 70 Km de ancho, de NNE a SSW. (Alvarez, 1950). Es de una edad prekimmeridgiana y post-carbonífera. Posteriormente se restringió al triásico superior (Oxfordiense) (Imlay et. al. op. cit. Alvarez, 1950). La formación salina no aflora, se sabe que en el sitio conocido como Cerro Pelón la formación se ubica a más de 503 m. de profundidad y en otros sitios se han atravesado espesores de depósitos de sal mayores a 900 m.

Su formación salina se encuentra cubierta por una caliza dolomítica, anhidrita y yesos puros o mezclados de ellos. Con la transgresión del mar hacia el sur, durante el jurásico superior, el mar avanzó hasta el borde meridional de la cuenca salina (facies bituminosas costeras) y se depositaron gruesas calizas no estratificadas. Durante el cretácico medio se volvió a cubrir de agua, las condiciones cambiaron y el tipo de sedimentación consistió en espesores de lutitas. Entre ambos depósitos se presenta una discordancia indicada por una brecha calcárea basal. En Chinameca, la alteración de las lutitas presenta un proceso de laterización que indica la existencia de una antigua superficie terrestre, la misma alteración presenta la caliza en Almagres.

Gruesos conglomerados no estratificados yacen sobre las lutitas Nanchital, del Cenozoico inferior, indicando otro cambio notable en las condiciones de sedimentación. Es obvio que antes de que se depositaran los conglomerados Nanchital, las sierras de los cuales derivaban estos cantos rodados deben haber sido elevadas y estado sujetas a una fuerte erosión, de modo que probablemente la superficie de la serie Nanchital fue erosionada hasta cierto punto, antes del depósito de los conglomerados.

Debe notarse que el tamaño de los cantos rodados es mayor en las áreas de Tigres-Changos y Uxpanapa Superior que en las Cerro Pelón o Cascajal. En Filisola hay pliegues en el contacto Concepción Inferior- Encanto, que no aparece en la formación Concepción Superior. Esta discordancia puede observarse hasta el Río Nanchital y el adelgazamiento de la formación Concepción Superior en las estructuras sugiere plegamientos de esta edad.

Dentro del SA y AP se encuentra el tipo de relieve correspondiente a llanura ondulada ligeramente diseccionada (2.5 – 5 m/km²) (Ortiz, 1997). El proyecto se pretende establecer sobre terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (5° - 10°), pendientes suavemente inclinadas (3° - 5°), pendientes muy suavemente inclinadas (1° - 3°) y pendientes planas (< 1°) (Priego e Isunza, 1999; Priego et al 2003).



Figura IV. 8. Geología

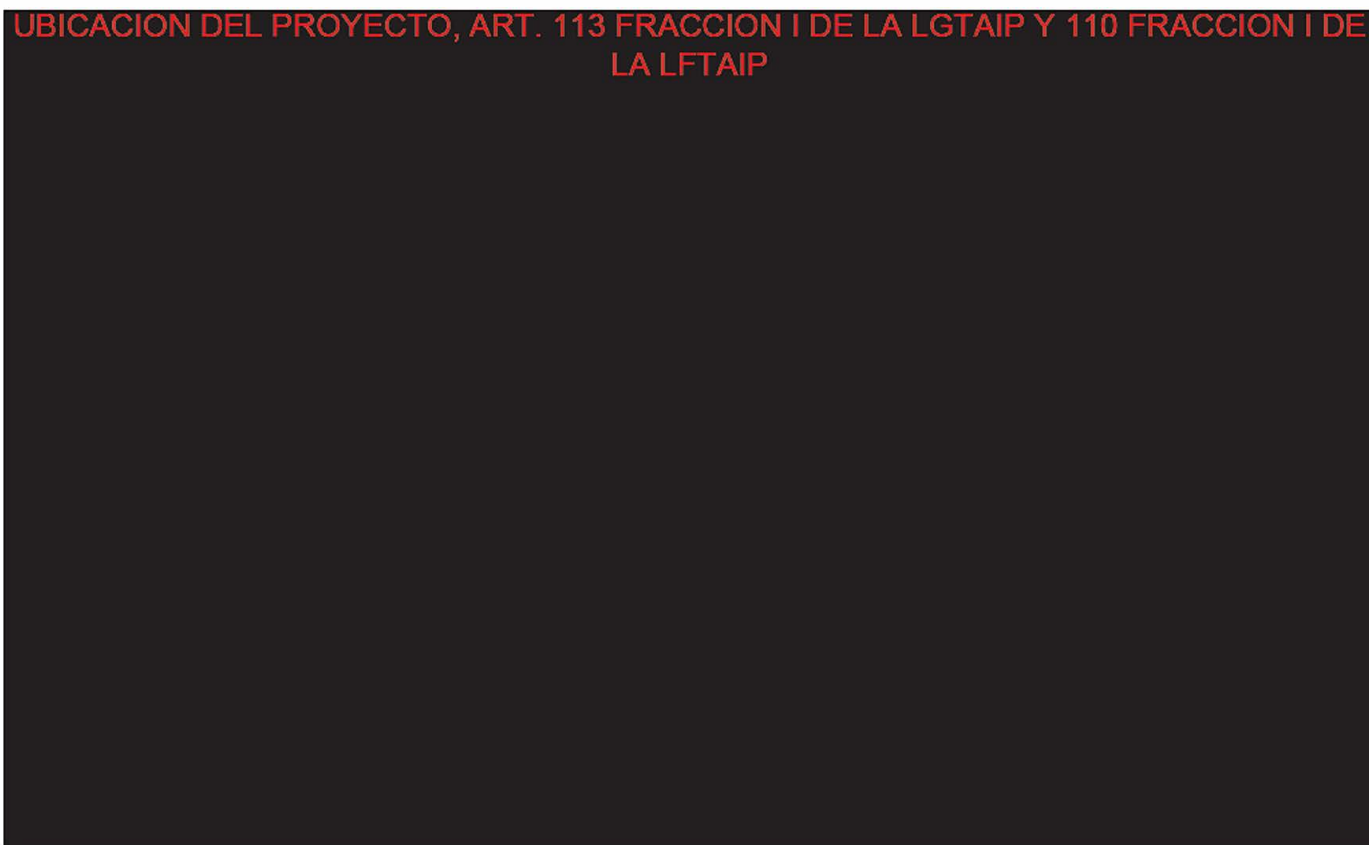
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Tipo	%
Pendientes planas (<1°)	23.3
Pendientes muy suavemente inclinadas (1°- 3°)	32.0
Pendientes suavemente inclinadas (3°- 5°)	13.8
Pendientes ligeramente inclinadas (5° -10°)	30.9

IV.2.1.E. Fisiografía

La Zona Conurbada de Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste, se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Golfo Sur, específicamente en la subprovincia I Llanura costera inundable (INEGI). Las topoformas características son valles, valles con llanuras, lomeríos y sierra. La mayor parte del sur de la subprovincia de las llanuras y lomeríos queda incluida dentro del Estado de Veracruz.

Figura IV. 9. Fisiografía



IV.2.1.F. Edafología

Dentro del área donde se ubica el proyecto, se identificó un complejo edafológico integrado por tres tipos de suelo: Cambisol ferrálico, luvisol plántico y luvisol órtico, los cuales se describen a continuación.

Cambisol: Suelos con inicios de diferenciación en los horizontes del subsuelo, evidente por los cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o de carbonato. Con un horizonte cámbico a partir de 50 cm de la superficie del suelo y con su base de 25 cm o más por debajo de la superficie del suelo o de 15 cm o más por debajo de cualquier capa de arado. Su textura es media y fina, derivados de una amplia gama de rocas. Los cambisoles se caracterizan por una leve o moderada meteorización de material parental y por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, así como compuestos de Al y/o Fe. Se encuentran desde el nivel de mar hasta terrenos montañosos, en todos los climas y en gran variedad de tipos de vegetación (FAO- UNESCO, 1989). El subtipo ferrálico presenta un subsuelo con baja capacidad de intercambio catiónico, es decir, con poco poder de almacenar nutrientes.

Luvisol: Este grupo de suelos está ampliamente distribuido, tienen un horizonte B argílico que contiene una gran acumulación de arcilla consecuencia de procesos como el movimiento de arcilla llevando a un horizonte de



subsuelo ártico, de fertilidad media y presentan buen drenaje, presentan una saturación de bases mayor a 50%. La profundidad varia de 40 a más de 100 cm, la capa superficial es color pardo oscuro cuando está húmeda. Se desarrollan en una amplia variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales, y se localizan en terrenos planos o con una ligera pendiente (FAO, 2006).

La mayoría de estos suelos poseen un alto potencial para la agricultura, y aunque su porcentaje de saturación es alto, generalmente necesitan tratamientos con cal y fertilizantes para obtener los máximos rendimientos. Se encuentran en regiones templadas, tropicales y subtropicales que presenten una estación seca y otra húmeda (Fitzpatrick, 1996). Tienen una alta susceptibilidad a la erosión. El subtipo plántico se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa de color blanco o amarillo con manchas rojas muy notables, que se endurecen hasta formar gravas cuando esta capa queda expuesta en la superficie por erosión (Horizonte Plántico). Es generalmente ácido.

El subtipo órtico se refiere a suelos que solo poseen las características descritas para el tipo de suelo Luvisol.

Figura IV. 10. Edafología

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



IV.2.1.G. Riesgos geológicos

IV.2.1.G.1. Susceptibilidad a deslizamientos y hundimientos

Un deslizamiento se define como un movimiento de masa de roca y/o suelo que se desplaza pendiente abajo debido a la acción de la gravedad. Para que se presente un deslizamiento de ladera, se debe romper el equilibrio que se presenta entre la masa rocosa que se moverá y el resto de la ladera.

Los factores que propician los movimientos de ladera son, entre otros, los grandes sismos, explosiones, lluvia abundante, deforestación, cortes de carreteras y taludes mal diseñados.

Los sismos pueden ser los detonadores de deslizamiento de laderas en zonas propensas a ello. Una estadística mundial (Schuster, 1996) menciona que 9 de los 25 deslizamientos más catastróficos ocurridos en el Siglo XX fueron causados por sismos (36%), mientras que las lluvias intensas ocupan el primer lugar con 10 de cada 25.

El proyecto a los 500 m. del entorno, se encuentran fuera de la zona de riesgo por deslizamiento y hundimientos. La afectación de los fenómenos se define para aquellos sitios con una mayor cercanía a elevaciones y a los tipos de suelo atribuidos a las serranías y expuestos más profusamente a las lluvias.

Figura IV. 11. Edafología

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP





IV.2.1.G.2. Sismicidad

Las zonas sísmicas de México se clasifican en función de la cantidad de sismos que se presentan. Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico.

Gracias a los registros sísmicos de las redes de detección instaladas en territorio mexicano, se puede apreciar una intensa actividad sísmica que se concentra principalmente entre Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, así como en la parte norte de la península de Baja California, en la región de Mexicali.

La movilidad de las placas tectónicas Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico, que forman parte del Cinturón de Fuego del Pacífico son la principal causa del alto grado de sismicidad en México. Se identifican cuatro zonas sísmicas generales, las cuales fueron establecidas con base en registros de sismicidad histórica.

El **proyecto** se encuentra en una zona intermedia (B), donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



La escala de Intensidad o Mercalli es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo, debe su nombre al físico italiano Giuseppe Mercalli. Generalmente, un gran terremoto producirá valores de mayor intensidad que uno pequeño pero hay otros factores capaces de afectar como la cantidad de energía liberada, la distancia del epicentro, la profundidad focal del sismo, la densidad de la población, la geología local del área, el tipo de construcción de los edificios así como la duración del sacudimiento. En 1902, Mercalli propuso una tabla, que fue posteriormente modificada en 1931 y desde entonces se ha llamado escala Modificada de Mercalli (MM).

Consta de 12 grados de intensidad donde se muestran también las características de cada grado, denotado por números romanos del I al XII. No es única, pero sí la más frecuentemente usada en nuestro continente.

Al proyecto le corresponde la intensidad VI, cuya explicación de la intensidad del fenómeno lo refiere Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.

Figura IV. 13. Intensidad sísmica

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



IV.2.1.H. Hidrología

IV.2.1.H.1. Hidrología superficial

El SA y el AP se encuentran en la subcuenca del río Coatzacoalcos pertenecientes a la Cuenca y Región hidrológica de Coatzacoalcos. La cuenca de Coatzacoalcos se encuentra geográficamente entre los 16°38' y 18°22' latitud norte, y los 94°11' y 95°45' longitud oeste (CONAGUA, 2005). Tiene un área aproximada de 21,091 km², distribuida entre los estados de Oaxaca y Veracruz.

El sistema hidrográfico nace en el estado de Oaxaca, en las sierras localizadas al sureste de la localidad Santa María Chimalapa, con una dirección sureste-noroeste, en esta parte recibe el nombre de El Corte. Cambia su dirección a oeste-noroeste y pasando la localidad Santa María Chimalapa, recibe aportaciones de la subcuenca del río Tolosa, en dicho punto cambia su dirección al norte, siguiendo la misma dirección a unos 14 km, recibe aguas del río Sarabia. Por su margen izquierda, a unos 6 km al sur de la localidad Juchilapan del Río, se incorpora el agua de la subcuenca del río Palo Grande, a partir de este punto recibe el nombre de río Coatzacoalcos. Después de pasar por la localidad Juchilapan del Río, cambia su dirección al noreste, y a unos 5 km capta aguas de la subcuenca del río Jaltepec. El río Coatzacoalcos continúa con dirección norte-noreste y recibe en su margen derecha el agua de la subcuenca del río Chachijapa y por margen izquierda al río Chiquito y cambia su dirección al noreste. Cinco kilómetros al sur de Minatitlán se une a la corriente la subcuenca del río Coachapa, al llegar a donde está asentada la población antes mencionada el río gira hacia el este para comenzar a fluir de formando meandros hacia la desembocadura, al oeste de Minatitlán se une la subcuenca del río Uxpanapa por margen derecha y 7 km. antes de llegar al golfo de México se une por margen izquierda la subcuenca del río Calzadas.

Las aguas del río Coatzacoalcos, sus afluentes (río Calzadas, arroyo Gopalapa y arroyo Teapa) y la Laguna Pajaritos han sufrido alteración en su calidad con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vierten 30.7 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda química de oxígeno, 6.2 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 1.5 toneladas al día de nutrientes, 1.5 toneladas al día de metales pesados, 0.13 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos y 25.3 toneladas al día de sulfatos, entre otros, más contaminación microbiológica.

El arroyo Gopalapa-Teapa, cuya delimitación es de la confluencia del río Calzadas hasta desembocadura del río Coatzacoalcos en el Golfo de México (Barra Coatzacoalcos), con una longitud de la zona 21 km. Confluencia del río Calzadas por margen izquierda y de los arroyos Gopalapa y Teapa, y ubicación de la laguna Pajaritos por margen derecha. Descarga de aguas residuales municipales y no municipales.



Recibe 1.97 toneladas/día de materia orgánica como demanda bioquímica de oxígeno y 28.8 toneladas al día como demanda química de oxígeno. La calidad del agua en esta zona presenta condiciones estuarinas. Caudal de 372 m³/s.

Por otro lado, tenemos los compuestos de fertilizantes y pesticidas conteniendo nitrógeno y fósforo, los cuales enriquecen los nutrientes de los cuerpos receptores de agua, esto provoca eutrofización, significa que proliferen la vegetación y organismos que consumen oxígeno haciendo imposible la vida acuática.

Para disminuir el impacto en el medio ambiente de las descargas de aguas residuales al río Coatzacoalcos, la zona de estudio cuenta con 14 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), éstas se localizan distribuidas en los municipios de Minatitlán, Sayula de Alemán, Cosoleaca- que, Nanchital de Lázaro Cárdenas, Tatahuicapán de Juárez y Coatzacoalcos, en este último se encuentra la PTAR con mayor capacidad 500 l/seg y con un gasto de operativo de 170 l/seg, solo siete de ellas se encuentran en funcionamiento.

Figura IV. 14. Hidrología superficial

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



IV.2.1.H.2. Hidrología subterránea

Acuífero Costera de Coatzacoalcos

El área de la planicie costera del río Coatzacoalcos que se considera en el presente estudio, cubre aproximadamente una superficie de 2,600 km² y se encuentra en el extremo sureste del estado de Veracruz. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el paralelo 17° 53', al oriente con el río Tonalá que sirve de límite con el estado de Tabasco y al oeste con una línea imaginaria que coincide sensiblemente con el meridiano que pasa por cerro de San Martín del macizo volcánico de los Tuxtlas y la población de Jáltipan de Morelos.

Su uso está destinado principalmente al abastecimiento de agua potable e industria, concentrándose en Minatitlán, considerables abatimientos por el bombeo permanente y la gran cantidad de pozos en explotación. Tiene una extensión de 8,670 Km², se considera del libre, aunque presenta semiconfinamiento local. El flujo sigue una dirección hacia el Norte y su nivel estático es variable, encontrándose entre los 10 y 30 m de profundidad. Este acuífero tiene características físico – químicas que permiten su utilización para cualquier fin y no presentar síntomas de contaminación por agua salada a pesar de cercanía con el mar y el río de Coatzacoalcos.

La extracción es de 35.80 Mm³/año, mientras su recarga es de 172.10 Mm³/año. Este acuífero existen 249 pozos, de los cuales 108 son para uso industrial, 65 para uso público-urbano, 17 para uso agrícola y pecuario y 59 para otros usos; los cuales van desde 12.87 Mm³/año en uso industrial hasta 22.72 Mm³/año para uso público-urbano mientras que para otros usos se extraen 0.20 Mm³/año.

De acuerdo a lo anterior, el balance de aguas subterráneas de cada acuífero se basa en los coeficientes de recarga y descarga y almacenamiento de las superficies identificadas y los materiales suelo/roca que aflora o subyacen.

IV.2.2. Aspectos bióticos

IV.2.2.A. Vegetación

La cubierta vegetal de la cuenca baja del Coatzacoalcos, y en particular de la denominada Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste, se ha visto afectada en forma drástica, debido al crecimiento urbano industrial y a la introducción de pastos para forraje de ganado bovino.

Un área considerable ha sido utilizada como potreros ganaderos, introduciéndose diversas especies de gramíneas forrajeras, algunas adaptables al medio acuático.

De la misma forma se han ampliado las superficies con fines industriales y habitacionales, o bien, para la construcción de carreteras, caminos, ductos y pozos de explotación petrolera. Debido a las causas mencionadas anteriormente, los lugares que aun conservan vegetación primaria se encuentran en forma de "islotes" de unos



cuantos individuos de especies primarias, las cuales, debido a las actividades antropogénicas, están en riesgo de desaparecer de la región.

Actualmente la vegetación de la zona de estudio se encuentra constituida fundamentalmente por vegetación secundaria en diferentes estadios de regeneración, así como algunos manchones relictuales de las comunidades primarias, vegetación acuática, pastizales y áreas dedicadas al cultivo.

Los relictos de vegetación primaria presentan alteraciones en su estructura florística, ocasionada por la extracción de especies de valor comercial. Según la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), los relictos de agrupaciones vegetales primarias y secundarias, así como las diferentes formas de uso del suelo identificadas en la zona de conurbación son las siguientes:

Vegetación Primaria Terrestre

- Selva mediana perennifolia
- Selva mediana perennifolia con palmar

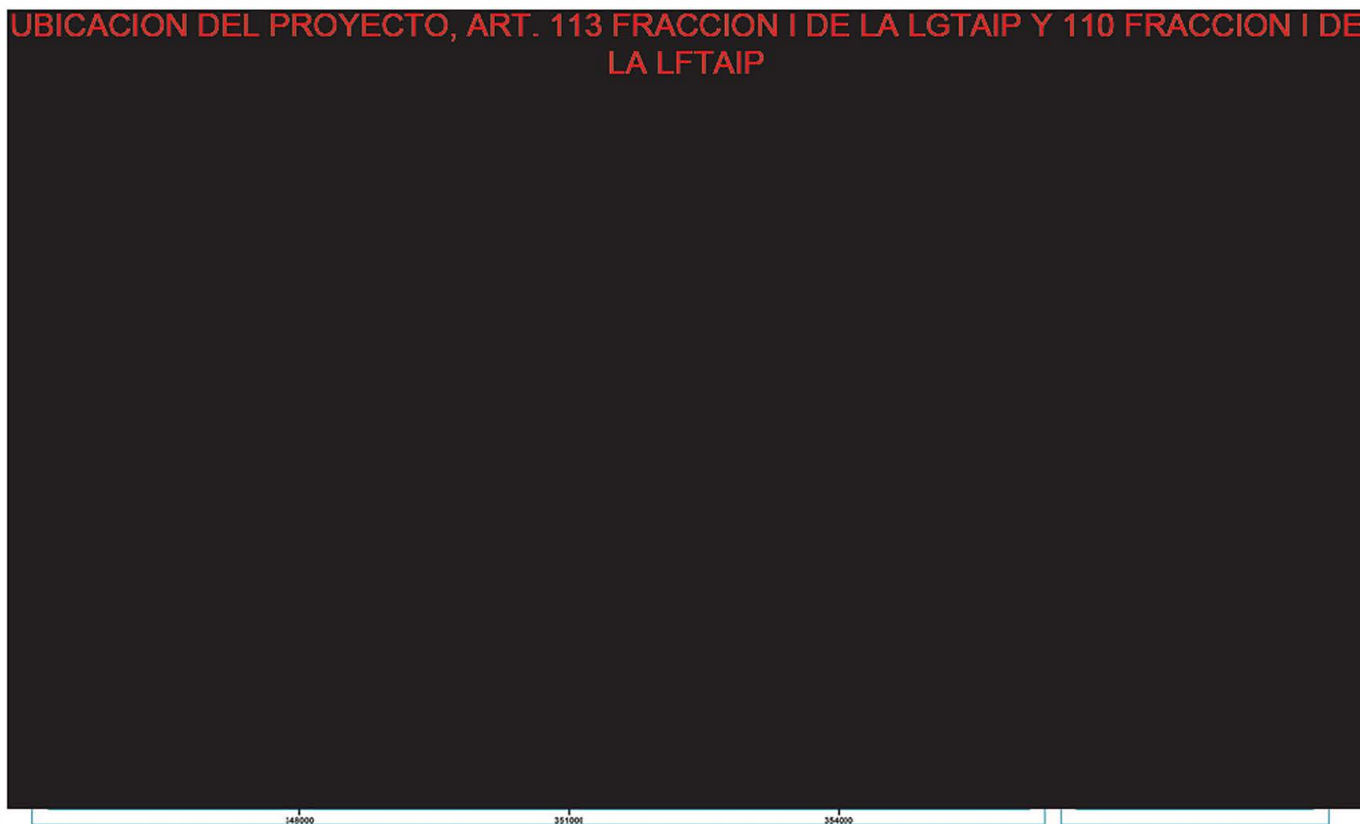
Vegetación secundaria

- Acahual de selva mediana perennifolia
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar de coco

Pastizales

- Pastizal con acahual de selva mediana perennifolia
- Pastizal con palmar
- Pastizal con palmar de coco
- Pastizal con árboles aislados
- Pastizal

Figura IV. 15. Uso de suelo y vegetación



La vegetación en el área del proyecto de Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal Geológicamente estables, es de Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia; sin embargo, estas áreas han sido perturbadas, originándose otros tipos de vegetación más bajas e inestables; Las especies que se encontraron en las áreas de vegetación natural corresponden a: Hormiguillo (*Cecropia obtusifolia*), Miconia (*Miconia argentea*), Guácima (*Guazuma ulmifolia*), Chalahuite (*Inga vera*), Chaca (*Bursera simaruba*), Corpus (*Vochysia guatemalensis*), Jonote (*Heliocarpus donnell-smithii*), Guayabillo (*Cupania latifolia*), Cucharo (*Dendropanax arboreus*), Cocuite (*Gliricidia sepium*), Tinaja (*Trichilia havanensis*), Ixpepe (*Trema micrantha*) entre otras.

Recursos maderables

De las especies maderables de mayor abundancia se encuentran el Hormiguillo (*Cecropia obtusifolia*) y Miconia (*Miconia argentea*).

Conforme a la guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 Serie III del INEGI a continuación se describen los tipos de vegetación encontrados en la microcuenca, con la cual se ratifica la vegetación existente dentro del predio.

Pastizal Cultivado (PC)

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia (SAP)

Este tipo de vegetación corresponde a la más rica y compleja de todas las comunidades vegetales y en nuestro país se marca su límite norteño. Sus árboles dominantes sobrepasan los 30 m de altura y durante todo el año conservan la hoja. Son ecosistemas de alta biodiversidad y se considera que se presenta en las zonas más húmedas del clima A de Köppen y Cw para las porciones más frescas, que tienen precipitaciones anuales promedio superiores a 2,000 mm (hasta 4,000 mm), temperatura media anual mayor de 20 grados Celsius.

Este tipo de vegetación presta servicios ambientales a la estabilidad del clima y los ciclos hidrológicos, por la gran capacidad retención de la precipitación pluvial que se produce en las regiones tropicales; además de que posee un gran valor estético o de disfrute del paisaje y un valor intrínseco como ecosistema, ya que forma parte del patrimonio natural de las regiones en donde existen.

Son especies importantes de este tipo de vegetación las siguientes: *Terminalia amazonia* (kanxa'an, sombrerete); *Vochysia hondurensis* (palo de agua), *Andira galeottiana* (macayo), *Sweetia panamensis* (chakte'), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Swietenia macrophylla* (punab, caoba); *Gualtteria anomala* (zopo), *Pterocarpus hayesii* (chabekte'), *Brosimum alicastrum* (ramón); *Ficus sp.* (matapalo), bari, guayabo volador, zapote de agua, *Dialium guianense* (guapaque). También hay epífitas herbáceas bromeliáceas como *Aechmea* y orquídeas, líquenes incrustados en los troncos de árboles y epífitas leñosas como *Ficus spp.* (laurel).

Descripción de los componentes vegetales en el área del proyecto.

Derivado de los muestreos y recorridos de campo en las zonas donde aún existía remanentes de vegetación se llevó a cabo la identificación de las especies vegetales. Se identificaron 31 especies pertenecientes a 24 familias vegetales (tabla siguiente). En el estrato arbóreo el Hormiguillo (*Cecropia obtusifolia*) y Miconia (*Miconia argentea*) fueron los Árboles más abundantes. Con base a las especies silvestres introducidas encontradas como Benjamina (*Ficus benjamina*), Mango (*Mangifera indica*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) se determinó que corresponden a vegetación secundaria de selva, además se identificaron especies indicadoras de perturbación como Ricino (*Ricinus communis*), Campanitas (*Ipomea purpurea*) y Mala mujer (*Solanum rostratum*).

Tabla IV. 3. Listados de especies identificadas en el predio del proyecto

Familia	Especie	Nombre Común
Alismatales		
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i>	Singonio
Apiales		
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Cucharo
Arecales		
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Palma coyol
Fabales		
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuile
	<i>Inga vera</i>	Chalahuite
Gentianales		
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i>	Huevo de Gato
Sapindaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Capulin de corona
Malpighiales		
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Ricino
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche
Malvales		
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima
	<i>Pachira aquatica</i>	Castaño de Agua
Tiliaceae	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Jonote
Myrtales		
Melastomataceae	<i>Miconia argentea</i>	Miconia
Vochysiaceae	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Corpus

Familia	Especie	Nombre Común
Poales		
Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i>	Pasto elefante
Polypodiales		
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i>	Helecho de playa
	<i>Adiantum peruvianum</i>	Culantrillo gigante
Rosales		
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Ixpepe
Moraceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Hormiguillo
	<i>Ficus benjamina</i>	Benjamina
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higuera
	<i>Ficus padifolia</i>	Ficus
Sapindales		
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	Tinaja
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	Guayabillo
Solanales		
Convolvulaceae	<i>Ipomea purpurea</i>	Campanitas
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i>	Mala mujer
Zingiberales		
Costaceae	<i>Costus scaber</i>	Caña agria
Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i>	Platanillo

Sin duda, la vegetación predominante en el predio del proyecto es la vegetación secundaria de selva, sin embargo, la gran mayoría se encuentra dispersa dentro de la superficie del predio, los trabajos de campo, el análisis de imágenes de satélite y de fotografía aérea muestran que se encontraban en todo el predio (figura siguiente).

Figura IV. 16. Tipo vegetación presente en el SA y el AP

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor Importancia ecológica es *Miconia argentea* con un valor de IVI de 10.36, seguido de *Inga vera*. con un valor de IVI de 8.17;

Dentro del estrato Arbustivo la especie con mayor importancia es *Tabernaemontana alba* con un valor de IVI de 30.64, seguido de *Dendropanax arboreus* con un valor de IVI de 12.44; Por último, para el estrato bajo las especies con mayor importancia son *Heliconia latispatha* de un valor de IVI de 29.19, seguido de *Solanum rostratum* con un valor de IVI de 14.29.

Tabla IV. 4. Índice de valor de importancia

Especie	A	A R	D	D r	F	F r	Dom	Dom r	VI
Estrato Arbóreo									
<i>Acrocomia aculeata</i>	28	7 82	0 02333	7 82	3	7 3	0 0382617	3 83	6 32
<i>Bursera simaruba</i>	32	8 94	0 02667	8 94	3	7 3	0 0302315	3 02	6 43
<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0 56	0 00167	0 56	1	2 4	0 0520784	5 21	2 74
<i>Cecropia obtusifolia</i>	51	14 25	0 04250	14 25	3	7 3	0 0231460	2 31	7 96
<i>Ceiba pentandra</i>	1	0 28	0 00083	0 28	1	2 4	0 0265706	2 66	1 79
<i>Cupania latifolia</i>	18	5 03	0 01500	5 03	2	4 9	0 0302315	3 02	4 31
<i>Dendropanax arboreus</i>	18	5 03	0 01500	5 03	2	4 9	0 0199575	2 00	3 97
<i>Ficus benjamina</i>	1	0 28	0 00083	0 28	1	2 4	0 0170052	1 70	1 47
<i>Ficus cotinifolia</i>	2	0 56	0 00167	0 56	1	2 4	0 0341285	3 41	2 14
<i>Ficus padifolia</i>	2	0 56	0 00167	0 56	1	2 4	0 0738073	7 38	3 46
<i>Gliricidia sepium</i>	15	4 19	0 01250	4 19	2	4 9	0 0571564	5 72	4 93
<i>Guazuma ulmifolia</i>	30	8 38	0 02500	8 38	3	7 3	0 0199575	2 00	5 90
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	21	5 87	0 01750	5 87	3	7 3	0 0624705	6 25	6 48
<i>Inga vera</i>	26	7 26	0 02167	7 26	3	7 3	0 0993151	9 93	8 17
<i>Mangifera indica</i>	1	0 28	0 00083	0 28	1	2 4	0 0472367	4 72	2 48
<i>Miconia argentea</i>	47	13 13	0 03917	13 13	3	7 3	0 1062825	10 63	10 36
<i>Pachira aquatica</i>	11	3 07	0 00917	3 07	2	4 9	0 0860888	8 61	5 52
<i>Randia laetevirens</i>	18	5 03	0 01500	5 03	2	4 9	0 0520784	5 21	5 04
<i>Trema micrantha</i>	8	2 23	0 00667	2 23	1	2 4	0 0472367	4 72	3 13
<i>Trichilia havanensis</i>	7	1 96	0 00583	1 96	1	2 4	0 0341285	3 41	2 60
<i>Vochysia guatemalensis</i>	19	5 31	0 01583	5 31	2	4 9	0 0426311	4 26	4 82
Total	358	100	0 298	100	41	100	1 0	100	100
Estrato Arbustivo									
Espec e	A	A R	D	D r	F	F r	Dom	Dom r	VI

Especie	A	A R	D	D r	F	F r	Dom	Dom r	VI
<i>Bursera simaruba</i>	4	1 21	0 00333	1 21	1	5 26	0 231481	23 15	9 87
<i>Dendropanax arboreus</i>	12	3 64	0 01000	3 64	2	10 53	0 231481	23 15	12 44
<i>Guazuma ulmifolia</i>	26	7 88	0 02167	7 88	3	15 79	0 083333	8 33	10 67
<i>Hellocarpus donnellsmithii</i>	15	4 55	0 01250	4 55	2	10 53	0 083333	8 33	7 80
<i>Miconia argentea</i>	13	3 94	0 01083	3 94	3	15 79	0 083333	8 33	9 35
<i>Ricinus communis</i>	5	1 52	0 00417	1 52	2	10 53	0 083333	8 33	6 79
<i>Tabernaemontana alba</i>	239	72 42	0 19917	72 42	3	15 79	0 037037	3 70	30 64
<i>Trichilia havanensis</i>	6	1 82	0 00500	1 82	1	5 26	0 083333	8 33	5 14
<i>Vochysia guatemalensis</i>	10	3 03	0 00833	3 03	2	10 53	0 083333	8 33	7 30
<i>Total</i>	330	100	0 27500	100 0	19	100 00	1 00	100	100
Estrato Herbáceo									
Especie	A	A R	D	D r	F	F r	Dom	Dom r	VI
<i>Acrostichum aureum</i>	1	0 14	0 00083	0 141	1	5 56	0 1019	10 189	5 30
<i>Adiantum peruvianum</i>	33	4 64	0 02750	4 641	2	11 11	0 1433	14 326	10 03
<i>Costus scaber</i>	16	2 25	0 01333	2 250	1	5 56	0 1799	17 985	8 60
<i>Heliconia latispatha</i>	456	64 14	0 38000	64 135	3	16 67	0 0676	6 756	29 19
<i>Ipomea purpurea</i>	19	2 67	0 01583	2 672	2	11 11	0 0724	7 239	7 01
<i>Pennisetum purpureum</i>	42	5 91	0 03500	5 907	3	16 67	0 1233	12 329	11 63
<i>Solanum rostratum</i>	50	7 03	0 04167	7 032	3	16 67	0 1916	19 164	14 29
<i>Syngonium podophyllum</i>	94	13 22	0 07833	13 221	3	16 67	0 1201	12 011	13 97
<i>Total</i>	711	100	0 6	100	18	100	1 00	100	100

IV.2.2.B. Fauna

La fauna silvestre presente en la zona de influencia del Proyecto está conformada por especies que se han adaptado a las alteraciones del medio resultado del cambio de uso de suelo o la fragmentación de la vegetación original, que se ha ido acentuando con el crecimiento en la zona de actividades antropogénicas y que en el caso del proyecto de Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable, se cuenta con la



vegetación en las condiciones naturales al límite de batería de las obras y actividades que han servido de reubicación natural y/o refugio en el área del proyecto.

Como antecedente, se menciona que para evaluar la fauna silvestre a nivel microcuenca, se establecieron tres transectos de 500 m de longitud y 20 de ancho (1 ha), los cuales fueron recorridos a pie aplicando dos métodos (directo e indirecto) para la identificación de los diferentes grupos de fauna presentes en la zona.

Se registraron un total de 81 individuos, distribuidos en 16 familias y 19 especies. No se reportaron especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, en sitios fuera de los transectos fue posible observar ejemplares de iguana verde (Iguana iguana) y turipache (*Corytophanes hernandezii*), ambas especies Bajo Protección Especial, por lo que no se descarta la presencia de algunas especies con categoría de riesgo.

El grupo de las aves es el de mayor representatividad con 65 individuos en 10 especies, seguido de los anfibios con 16 individuos en tres especies, los reptiles con 10 individuos con tres especies y los mamíferos con ocho individuos en tres especies. Porcentualmente, las aves representan el 58 %, los anfibios el 20 %, los reptiles el 12 % y los mamíferos el 10 %.

A continuación, se presentan los resultados por grupo faunístico.

ANFIBIOS: El grupo de los anfibios presenta 16 individuos con un total de dos familias y tres especies, la especie de sapo (*Incilius valliceps*) fue el de mayor abundancia con 10 individuos, seguido de la ranita arborícola (*Leptodactylus melanonotus*) con cuatro registros y finalmente, el sapo gigante neotropical (*Rhinella marina*) con dos registros.

REPTILES: El grupo de los reptiles presenta diez individuos con un total de dos familias y tres especies, la lagartija escamosa (*Sceloporus variabilis*) es la de mayor abundancia con cuatro registros, en tanto que las especies de anolis (*Anolis lemurinus*) y (*Anolis sericeus*), ambas con tres registros.

AVES: Fueron registrados 47 individuos de aves, pertenecientes a ocho familias y diez especies, siendo el grupo de mayor riqueza y abundancia. Las especies más representativas fueron Luis XV o gregario (*Myiozetetes similis*) y Urraca pea ó papan (*Cyanocorax morio*) con nueve y ocho registros, respectivamente, en tanto que la de menor representatividad es el Gavilán chillón (*Buteo magnirostris*) con dos registros.

MAMÍFEROS: Fueron identificados un total de ocho registros de mamíferos, pertenecientes a dos familias, tres géneros y tres especies, el coyote (*Canis latrans*) y el mapache (*Procyon lotor*) con tres registros y el tlacuache (*Didelphis marsupialis*) con dos registros.



Para el caso del área del proyecto, se registraron un total de 17 individuos, distribuidos nueve familias, 10 géneros y 10 especies. De estas especies, tres de reptiles se reportan bajo Protección Especial de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

El grupo de los reptiles presenta siete individuos con un total de cinco especies, seguido de los mamíferos con ocho individuos en tres especies y el grupo de las aves, con dos individuos y dos especies.

Porcentualmente, tenemos a los mamíferos con el 47 %, seguido de los reptiles con el 41 % y con el 12 % se encuentran las aves.

Los registros por orden son:

REPTILES: Un total de siete individuos distribuidos en cinco familias, cinco géneros y cinco especies. La especie más abundante es la iguana verde (*Iguana iguana*) con tres registros, en tanto que el resto de las especies sólo fue registrado en una ocasión.

AVES: dos individuos pertenecientes a dos familias, 2 géneros y 2 especies, siendo el grupo de menor representatividad en cuanto a fauna.

MAMÍFEROS: ocho individuos pertenecientes a dos familias, tres géneros y tres especies.

Dentro del grupo de los mamíferos, el tlacuache cuatro ojos (*Philander opossum*) fue el de mayor abundancia con cuatro registros, seguido del tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) con tres registros y el conejo (*Sylvilagus cunicularius*) con un registro.

Tabla IV. 5. Especies protegidas y/o listadas bajo alguna categoría de riesgo

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
<i>Corytophanidae</i>	<i>Corytophanes hernandezii</i>	Turipache de Hernandez	Pr
<i>Elapidae</i>	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	Pr
<i>Iguanidae</i>	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr

En general, las especies de fauna reportadas tanto en cuenca como en predio son especies que han logrado sobrevivir en hábitats mediana y fuertemente alterados, las aves con alta posibilidad de desplazamiento en grandes distancias, los anfibios sólo se reportan para la cuenca; los reptiles que son más especies para el predio, bien puede ser debido a la formación de micro hábitat y/o aislamiento, mientras que las especies de mamíferos, se han ido adaptando a las perturbaciones de origen antrópico.

IV.2.3. Paisaje

El Paisaje es un concepto que se ha utilizado con diversos significados, pero siempre como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste de los efectos derivados del desarrollo de un proyecto. A menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, es la imagen de un territorio; esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje lo representan grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de hábitats o ecosistemas interdependientes. Para los ecólogos, el paisaje debe contener una variedad de elementos, bióticos y abióticos interdependientes, interactuando en un tiempo y un espacio dado, cumpliendo una función ecológica (Forman y Godron, 1986; SEMARNAT, 2002a). En el mismo sentido, Muñoz - Pedreros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica, por lo que en este contexto el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción.

Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta más útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

Los parámetros que recomienda la SEMARNAT (Op cit. b) para evaluar el paisaje en los estudios de impacto ambiental son la visibilidad, calidad paisajística y la fragilidad.

Visibilidad. Se entiende como el espacio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada y engloba a todos los posibles puntos de observación. Existen métodos automáticos y manuales por lo que puede calcularse la visibilidad: observación directa in situ, determinación manual de perfiles, métodos automáticos, búsqueda por sector y por cuadrícula, datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Lográndose posteriormente, corregir en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica y distancia.

Calidad o belleza paisajística. Se entiende como el grado de excelencia del paisaje, su mérito para no ser alterado ni destruido, o de otra manera, como el mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve (Montoya et al., 2003). Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen generalmente de acuerdo con su morfología, vegetación, los usos del suelo, la presencia de agua; la calidad visual del entorno inmediato situado a una distancia de 500 y 700 metros, en donde se aprecian otros valores como las formaciones vegetales, litología, grandes cuerpos de agua, etc. Con este elemento se pretende resaltar el atractivo

visual de cada unidad de paisaje a evaluar; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfología.

Fragilidad. La fragilidad indica la vulnerabilidad o el grado de deterioro que puede experimentar un paisaje en una zona dada (Bolós, 1992). Por otro lado, la fragilidad visual se entiende como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actividad sobre él (Martínez -Vega et al., 2003). El análisis de la fragilidad del paisaje nos revela la capacidad de este para absorber los cambios que se produzcan en él por el desarrollo de un proyecto. Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, a fin de producir el menor impacto visual posible. Normalmente los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, morfológico perceptivo e histórico - cultural (SEMARNAT, Op cit. b).

IV.2.3.A. Metodología utilizada

Como se menciona por diversos autores, arriba citados y la propia autoridad ambiental, no existe metodología única para la calificación del elemento Paisaje, por lo tanto, el grupo de trabajo se avocó a investigar y crear una propia que se ajustara a las características del área de estudio y los métodos de trabajo de campo.

La propuesta metodológica se compone de una jerarquización previa de los tipos de uso del suelo y los posibles estados de conservación o deterioro de estos. El método propuesto permite describir en orden de abundancia, todos los elementos visibles a 500 m desde el punto de observación. El observador en campo llena una matriz con dos filas y un número indeterminado de columnas, la primera fila se llena con una clave numérica que representa el tipo de vegetación, y en orden de abundancia, es decir, de izquierda a derecha primero el uso que mayor dominancia presente, posteriormente el que segundo lugar ocupe y así sucesivamente; en la segunda fila y justo debajo del uso correspondiente se califica el estado de conservación, diversidad o armonía que corresponda. El objetivo del método es tener una base numérica que permita la clasificación y descripción del paisaje en gabinete y reducir al máximo el nivel de subjetividad del observador en el campo, dado que no es responsabilidad de éste la clasificación total del complejo de paisaje.

La clasificación y calificación de los usos del suelo se definieron de la siguiente manera:

Tabla IV. 6. Clasificación de los elementos del paisaje

Valor	Concepto
1	Vegetación natural
2	Cuerpo de agua
3	Plantación forestal

Valor	Concepto
4	Uso agrícola perenne
5	Uso acuícola
6	Uso pecuario
7	Uso agrícola temporal
8	Infraestructura
9	Uso urbano
10	Uso industrial

Tabla IV. 7. Calificación del estado de los elementos del paisaje

Valor	Concepto
1	Conservado o Muy diverso o Armónico
2	Medianamente conservado o Diverso o medianamente armónico
3	Deteriorado o Poco diverso o Estridente

Como se puede observar la clasificación de los usos del suelo corresponden a una jerarquía de “**naturalidad**” (inversa a la antropización) del paisaje, la calificación de ésta nos ayuda a entender su grado de conservación para asignarle un grado de “**calidad**” y dependiendo de los componentes, su estado de conservación y cantidad de elementos que forman el complejo se puede inferir la “**fragilidad**” del mismo.

El método propuesto conceptualiza al paisaje, en primer término, como un complejo o no, de tonos o componentes, así es que la descripción de estos se inicia por alguno de los siguientes conceptos:

Paisaje monótono (1 componente)

Paisaje duótono (2 componentes)

Paisaje trítono (3 componentes)

Paisaje tetrátono (4 componentes)

Paisaje polícromo (5 o más componentes)

Este concepto sirve también para inferir la fragilidad del paisaje, comprendido que entre más diverso sea éste, absorberá con mayor facilidad alguna modificación o elemento nuevo y viceversa, por lo que se propone la siguiente calificación de fragilidad.

Tabla IV. 8. Calificación de la fragilidad del paisaje

Valor	Concepto
1	Extremadamente frágil
2	Muy frágil
3	Frágil
4	Ligeramente frágil
5	Poco frágil

Seguidamente a partir de la valoración y calificación de los componentes, y ordenados según abundancia se obtiene un valor resumen de calidad utilizando la siguiente formulación:

$$CP = ((Vcl * Vca) / P) / Nc \text{ Donde:}$$

CP = Calidad de Paisaje

Vcl = Valor de Clasificación

Vca = Valor de Calificación

P = Posición dentro del complejo

Nc = Número de componentes

La calificación se obtiene por una ponderación respecto a los valores mínimo y máximo de los valores posibles (1 a 30), dicha ponderación se realizó a partir de rangos iguales dividiendo entre el inverso del valor de posición del rango (5) como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 9. Clasificación de la calidad del paisaje

Clase igual	Valor de ponderación	Rango ponderado	Calificación de calidad
< 6	5	< 1.2	Muy alta

Clase igual	Valor de ponderación	Rango ponderado	Calificación de calidad
7 - 12	4	1.3 – 3.0	Alta
13 - 18	3	3.1 – 6.0	Media
19 - 24	2	6.1 – 12.0	Baja
25 - 30	1	12.1 – 30.0	Muy baja

- Paisaje Duótono de calidad Baja, Muy Frágil, formado por Uso pecuario e industrial diverso y Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada.
- Paisaje Duótono de calidad Baja, Muy Frágil, formado por Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada y Obra civil medianamente conservada.
- Paisaje Trítono de calidad Baja, Frágil, formado por Obra civil medianamente conservada, Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada y Uso pecuario e industrial diverso.
- Paisaje Monótono de calidad Muy Baja, Extremadamente Frágil, formado por Uso pecuario e industrial diverso.
- Paisaje Trítono de calidad Muy Baja, Frágil, formado por Uso pecuario e industrial diverso, Obra civil medianamente conservada y Uso urbano medianamente armónico.
- Paisaje Monótono de calidad Alta, Extremadamente Frágil, formado por Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada.

Finalmente se considera que el área en su conjunto mantiene un valor promedio de calidad de paisaje bajo debido, entre otras cosas, a la existencia de áreas considerablemente antropizadas y una calidad de sus elementos media.

A continuación, se presentan los paisajes predominantes observados en el área motivo del estudio.

Figura IV. 17. Unidades de paisaje en el SA y el AP

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110
FRACCION I DE LA LFTAIP



UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2.4. Medio socioeconómico

El proyecto que se pretende desarrollar se ubica dentro de la demarcación de los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste; a continuación se describen los aspectos socioeconómicos más relevantes de estos municipios.

IV.2.4.1. Nanchital

Población

En el Municipio existen 1,162 hablantes de Lengua Indígena, 515 hombres y 647 mujeres, que representa el 4.30 % de la población Municipal. La principal lengua indígena es el zapoteco. De acuerdo a los resultados que presenta el Censo de Población y Vivienda del 2010, en el municipio habitan un total de 622 personas que hablan alguna lengua indígena.

Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, ha tenido una variación interesante en el desarrollo urbano – demográfico en los últimos 10 años. Este movimiento poblacional es debido a la posición estratégica en que se encuentra el Municipio, dentro de la estructura socioeconómica Coatzacoalcos – Minatitlán y al equipamiento e inversión en la región, haciéndolo parte del desarrollo comercial e industrial en la zona sur del Estado.

De acuerdo a los datos proporcionados por el INEGI (Censos de población y vivienda 1990, 2000 y 2010), Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, se encuentra dentro de los Municipios que concentran la mayor cantidad de población urbana en el Estado.

Es importante señalar que la dinámica poblacional es conservadora de 1995 a 2010, incluso presenta un decremento no significativo, que lo mantiene digamos dentro de un parámetro uniforme.

Tabla IV. 10. Comportamiento de la población 1995-2010

Año	Total	Hombres	Mujeres	Proporción estatal (%)
2010	27,094	12,978	14,116	0.35
2005	26,804	12,933	13,871	0.38
2000	27,218	13,215	14,003	0.39
1995	27,183	13,414	13,769	0.40

Tabla IV. 11. Tasa de crecimiento poblacional

Año	Tasa (%)
2005-2010	0.23
2000-2005	-0.27
1995-2000	0.03
1990-1995	0.30

Indicadores económicos

Una característica primordial para comprender la fuerza económica de la población integrada por individuos de 12 años o más es el referente denominado población económicamente activa (PEA). Al respecto la PEA de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río de acuerdo al INEGI 2010 este tiene una ponderación de 47.71 % de la población de 12 años o más y un porcentaje de PEA ocupada de 35.9% del total poblacional.

Como se puede inferir al revisar los datos, el indicador de marginación el municipio de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río tiene el grado de “muy bajo” de acuerdo a la clasificación de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO) lo sitúa con un índice de marginación de 9.6 %, ocupando en el contexto estatal el lugar No. 208 en relación a los 212 municipios de Veracruz y a nivel nacional en el lugar No. 2,346.



En referencia a los indicadores de pobreza y rezago social, el Municipio de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río de acuerdo con las mediciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) el grado de rezago es denominado “muy bajo” por lo que ocupa el lugar 209 en el Estado.

Nanchital se debe considerar uno de los principales centros urbanos de la zona sur, donde se genera una gran actividad petrolera fundamentada en PEMEX como principal motor económico de la región. Tomando en cuenta, que a raíz del decremento en la actividad petrolera, la actividad económica ha tendido a diversificarse.

El sector terciario se refleja en el 52.8% de la PEA ocupada dedicada a las actividades del comercio y los servicios, el secundario ocupa al 43.9% y finalmente el primario dedicado a la agricultura, la ganadería y la pesca empleó al 1.20% de dicho sector poblacional y el 2.1% no especificado.

Tabla IV. 12. Indicador de económicos

Indicador	Valor
Población de 12 años y más	21,417
Población económicamente activa	10,217
PEA ocupada	9,719
Sector primario	1.2%
Sector secundario	43.9%
Sector terciario	52.8%
PEA desocupada	498
Población no económicamente activa	11,061
Estudiantes	3,949
Quehaceres del hogar	5,327
Jubilados y pensionados	1,318
Incapacitados permanentes	166
Otro tipo	301
Tasa de participación económica	47.7%
Tasa de ocupación	95.1%



Educación

La cobertura educativa es uno de los servicios que debería tener mayor presencia en las ciudades. En Nanchital se cuenta con una población total desde educación preescolar hasta la del nivel superior de 6,464 estudiantes egresados de nivel preescolar a nivel bachillerato y 670 alumnos que cursan el nivel de educación superior. Todo este universo escolar atendido por 441 docentes. Se complementa con 8 adultos alfabetizados y 3 alfabetizadores; así mismo existe una población analfabeta de 732 en un rango de 15 años y más.

Salud

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, Nanchital, tiene una población de 27,094 habitantes, que como se menciona en el panorama demográfico, la dinámica poblacional es conservadora.

De 1995 a 2010, incluso presenta un decremento no significativo que lo mantiene uniforme. Según datos del INEGI la derechohabencia del Municipio es del 83.63%, no teniendo acceso a la salud un 16.37%, esta cifra se ha reducido con la puesta en marcha hace 10 años del seguro popular; sin embargo falta por afiliar al seguro popular unos 16,000. Con lo que respecta a la infraestructura, recursos materiales y humanos, estos han sido superados por los requerimientos de atención, tanto de los derechohabientes, como de los no derechohabientes.

Nanchital se encuentra desatendida por la mayoría de los servicios hospitalarios, que incluye a todas las categorías de servicio de salud, la realidad es que existe un déficit por asistencia hospitalaria en el Municipio; existe en la cabecera municipal un hospital del sector público federal (PEMEX) y una unidad de consulta externa de la Secretaría de Salud. Es por ello que debido al consecuente incremento de la demanda en materia de salud y la necesidad de complementar los servicios es necesario gestionar la construcción de un hospital para atender las necesidades de la población

De acuerdo a las estadísticas, existen 2.0 médicos por cada 1,000 habitantes, 22,658 derechohabientes y se recibieron 4,821 consultas externas otorgadas por el seguro popular.

Vivienda

En lo que respecta al estudio de la vivienda, de acuerdo a sus primordiales particularidades de habitabilidad, aglomeración y estrato socioeconómico, admite reconocer de manera más clara la problemática, al definir las necesidades en términos cuantitativos y cualitativos, así como el espacio que ocupa para rectificar las situaciones deficitarias e inseguras en correspondencia a este aspecto fundamental para el desarrollo urbano y social, en donde, las administraciones municipales en forma constante se han enfrentado a este reto y no solo por la explosión demográfica.

El censo 2010 nos da como resultado un saldo de 7,298 viviendas particulares habitadas, del total de viviendas 6,759 tienen disponibilidad de agua entubada, 7,183 cuentan con drenaje y 7,195 cuentan con energía eléctrica. Asimismo, existe un 60% de las viviendas con piso firme de concreto, 2.5 de tierra y el 37.5 con madera, mosaico y otros recubrimientos.

IV.2.4.2. Ixhuatlán del Sureste

Población

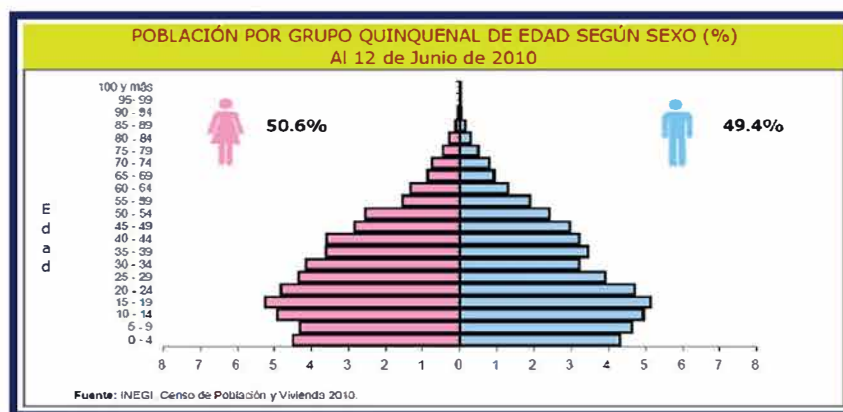
El municipio de Ixhuatlán del Sureste tiene 14,903 habitantes que representa 0.19% del total de la población veracruzana (INEGI, 2011). La densidad de población, la tasa de crecimiento anual para el periodo 2000-2010 y la proporción entre hombres y mujeres se presenta en la tabla siguiente; en la figura siguiente se presenta la estructura por edades para el municipio.

Tabla IV. 13. Densidad de población, tasa media de crecimiento anual y distribución por sexo

Municipio	Tasa media de crecimiento anual 2005-2010 (%)	Densidad Población (hab/km²).	% Hombres	% Mujeres
Ixhuatlán de Sureste	1.33	95.0	49.4	50.6

Fuente: INEGI 2011a Censo de Población y Vivienda 2010

Figura IV. 18. Población según edad



El número de localidades, tipo y población que alberga el municipio de Ixhuatlán del Sureste se muestra en la tabla siguiente. Lo que se observa es que casi la totalidad de la población de este municipio habita en localidades que no rebasan los 250 habitantes.

Tabla IV. 14. Tipo de localidades y población que alberga el municipio de Ixhuatlán del Sureste

Municipio	Localidades				Población			
	Rurales	%	Urbanas	%	Rural	%	Urbana	%
Ixhuatlán de Sureste	56	98.2	1	1.8	4754	31.9	10149	68.1

Fuente: INEGI 2011a Censo de Población y Vivienda 2010

Migración

En Veracruz, el fenómeno de la emigración es relativamente joven, sin embargo, según el PVD 2011 - 2016, los flujos migratorios acelerados, en especial los que se asocian con las crisis agrícolas de los 90's señalan un proceso migratorio social, complejo y consolidado. La mano de obra veracruzana que emigra del estado contribuye al desarrollo económico y agrícola de estados fronterizos como Baja California, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas, así como ciudades de Estados Unidos y Canadá. Veracruz se ha colocado como el sexto lugar con mayor expulsión de su población y el octavo en cuanto a la recepción de remesas (Gobierno del Estado de Veracruz, 2010). La tabla siguiente muestra la distribución de la población de cinco años y más edad según su condición migratoria.

Tabla IV. 15. Distribución de la población de cinco años y más edad según su condición migratoria

Descripción	Total
Población nacida en el estado	12671
Población masculina nacida en el estado	6226
Población femenina nacida en el estado	6445
Población nacida en otra entidad	2044
Población masculina nacida en otra entidad	1047
Población femenina nacida en otra entidad	997
Población de 5 años y más residente en el estado en junio de 2005	12815
Población masculina de 5 años y más residente en el estado en junio de 2005	6324
Población femenina de 5 años y más residente en el estado en junio de 2005	6491
Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	555
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	287
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	268

Fuente: INEGI 2011a Censo de Población y Vivienda 2010



Marginación

De acuerdo con las estimaciones del índice de marginación realizadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en base con el Censo de Población y Vivienda 2005, el municipio de Ixhuatlán del Sureste se clasifica con baja marginación. Los criterios e indicadores utilizados por CONAPO se desglosan en la tabla siguiente (CONAPO, 2005).

Tabla IV. 16. Indicadores y grado de marginación en el municipio de Ixhuatlán del Sureste

Municipio	Ixhuatlán del Sureste
Población total	9630
% Población analfabeta de 15 años o más	9.86
% Población sin primaria completa de 15 años o más	31.45
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario	4.60
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	5.38
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	37.55
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	35.79
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	5.09
% Ocupantes en viviendas sin refrigerador	24.26
Índice de marginación	-1.026751
Grado de marginación	Bajo

Fuente: Estimaciones de CONAPO con base en el Censo de Población y Vivienda 2005



Pueblos indígenas

En relación con los grupos indígenas y sus lenguas, en el municipio de Ixhuatlán del Sureste se habla Chontal, Zapoteco, Totonaca, Mixe y Huasteco, principalmente. Las características de la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV. 17. Hablantes de lengua indígena

Descripción	Total
Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	205
Población de 3 años y más hablante de lengua indígena, hombres	103
Población de 3 años y más hablante de lengua indígena, mujeres	102
Población de 3 años y más hablante de lengua indígena	0
Población de 3 años y más hablante de lengua indígena, hombres	0
Población de 3 años y más hablante de lengua indígena, mujeres	0
Población de 3 años hablante de lengua indígena y hablan español	165
Población de 3 años hablante de lengua indígena y hablan español, hombres	81
Población de 3 años hablante de lengua indígena y hablan español, mujeres	84
Población de 5 años hablante de lengua indígena	202
Población de 5 años hablante de lengua indígena y no hablan español	0
Población de 5 años hablante de lengua indígena y hablan español	165

Fuente: INEGI 2011a Censo de Población y Vivienda 2010

Educación

El estado de Veracruz ostenta el cuarto lugar nacional en cuanto a proporción de habitantes analfabetas; las estadísticas de INEGI (2011) señalan que 12 de cada 100 personas entre 15 años y más edad en la Entidad no saben leer y escribir, es decir, no han concluido su educación básica (primaria y secundaria), por lo que se dice viven en rezago educativo. En la tabla se muestran las características educativas del municipio de Ixhuatlán del Sureste.

Tabla IV. 18. Características educativas

Descripción	Total
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	413
Población masculina de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	210
Población femenina de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	203
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	58
Población masculina de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	37
Población femenina de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	21
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	70
Población masculina de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	33
Población femenina de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	37
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	703
Población masculina de 15 a 17 años que asiste a la escuela	363
Población femenina de 15 a 17 años que asiste a la escuela	340
Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	505
Población masculina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	276
Población femenina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	229
Población de 8 a 14 años que no saben leer y escribir	80
Población masculina de 8 a 14 años que no saben leer y escribir	52
Población femenina de 8 a 14 años que no saben leer y escribir	28
Población de 15 años y más analfabeta	990
Población masculina de 15 años y más analfabeta	321
Población femenina de 15 años y más analfabeta	669
Población de 15 años y más sin escolaridad	1071
Población masculina de 15 años y más sin escolaridad	372

Descripción	Total
Población femenina de 15 años y más sin escolaridad	699
Población de 15 años y más con primaria incompleta	2055
Población masculina de 15 años y más con primaria incompleta	879
Población femenina de 15 años y más con primaria incompleta	1176
Población de 15 años y más con primaria completa	2020
Población masculina de 15 años y más con primaria completa	957
Población femenina de 15 años y más con primaria completa	1063
Población de 15 años y más con secundaria incompleta	573
Población masculina de 15 años y más con secundaria incompleta	332
Población femenina de 15 años y más con secundaria incompleta	241
Población de 15 años y más con secundaria completa	2045
Población masculina de 15 años y más con secundaria completa	1090
Población femenina de 15 años y más con secundaria completa	955
Población de 18 años y más con educación pos-básica	2486
Población masculina de 18 años y más con educación pos-básica	1392
Población femenina de 18 años y más con educación pos-básica	1094
Grado promedio de escolaridad	7.28
Grado promedio de escolaridad de la población masculina	7.85
Grado promedio de escolaridad de la población femenina	6.72

Fuente: INEGI 2011a Censo de Población y Vivienda 2010

Vivienda

En el municipio de Ixhuatlán del Sureste existen 4,548 viviendas particulares con un promedio de habitantes de 3.77, 86.19% se encuentran habitadas, 49.7% tienen tres cuartos o más, 40.0% disponen de agua entubada, 82.1% cuentan con drenaje y 83.9% tiene energía eléctrica (INEGI, Op cit.). En la tabla siguiente se muestran las características de las viviendas de este municipio.

Tabla IV. 19. Características de las viviendas

Descripción	(%)
Viviendas con piso de material diferente de tierra	80.5
Viviendas con piso de tierra	4.3
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	40.8
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	45.2
Viviendas con servicio de sanitario exclusivo	82.6
Viviendas con luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	39.5
Viviendas con radio	63.7
Viviendas con televisión	77.8
Viviendas con automóvil o camioneta	26.5
Viviendas con celular	61.9
Viviendas con línea telefónica fija	17.7

Fuente: INEGI 2011a Censo de Población y Vivienda 2010

Salud

El municipio de Ixhuatlán del Sureste cuenta con dos hospitales de primer nivel de atención, mejor conocidos como centros de salud, con 30 médicos que brindan atención a su población. El acceso de la población a los servicios de salud en el municipio, se desglosa en la tabla siguiente, donde se observa que la mayoría de la población tiene que acceder a los servicios de salud de manera independiente.

Tabla IV. 20. Acceso de la población a los servicios de salud

Servicio	(%)
No derechohabiente	18.5
Derechohabiente	80.5
Recibe servicios IMSS	12.5
Recibe servicios ISSSTE	2.5

Servicio	(%)
Recibe servicios ISSSTE estatal	0.3
Recibe servicios Seguro Popular	52.6

Empleo y salario

La PEA del municipio oscila en 5,276 habitantes, de estos 76.5% son hombres y 23.5% mujeres; la tasa específica de participación económica para Ixhuatlán del Sureste, según estimaciones de INEGI es 45.8% y la tasa de ocupación es de 95.4%, es decir población que se encuentra empleada y percibiendo un salario.

La población que se considera económicamente inactiva (PEI) y su distribución por tipo de inactividad se muestran en la tabla siguiente. El mayor porcentaje de la PEI en este municipio corresponde a las mujeres (más de 70%), quienes principalmente se dedican a los quehaceres del hogar, el segundo grupo más importante lo representan los estudiantes, superando el 25% de la PEI.

Tabla IV. 21. Distribución de la PEI por tipo de inactividad

Descripción	Total
Población económicamente inactiva	6,149
% Respecto a la población municipal	41.3
% Hombres	25.5
% Mujeres	74.5
% Estudiantes	32.8
% Quehaceres del Hogar	57.1
% Pensionados y Jubilados	5.0
% Incapacitados permanentes para trabajar	1.5
% Otro tipo de inactividad	3.6

Fuente: INEGI 2011a Censo de Población y Vivienda 2010

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

La inserción del Proyecto al sistema ambiental de la región, no provocará mayores afectaciones de las ya existentes en el medio natural, aunque acrecentará su estado de deterioro temporalmente.

Este apartado tiene como objetivo el analizar la información recabada para cada uno de los diferentes elementos que componen el sistema ambiental, que impera en la zona de estudio del Proyecto. Con la información recabada, se pretende elaborar un inventario y posteriormente formular un diagnóstico, previo a la realización del proyecto que comprende las obras propuestas.

Tabla IV. 22. Diagnóstico ambiental

Componente ambiental	Indicador	Estado actual del componente ambiental
Medio físico		
Clima	Modificación del microclima	El clima predominante en el SA es Am(φ) : Cálido húmedo con lluvias en verano, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. La precipitación del mes más seco menor de 60 mm; porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual
Calidad del aire	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones a la atmósfera	Existen varias fuentes fijas de emisiones contaminantes al ser un área con una vocación industrial, en donde se ha polarizado el desarrollo de la industria petrolera y petroquímica.
Ruidos y vibraciones	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones de ruido	La generación de ruido producto del flujo vehicular, y transporte de maquinaria, así como de las actividades industriales del sector petróleo y petroquímico.
Hidrología superficial	Presencia o ausencia de contaminación de los ríos y cuerpos de agua	En el SA el cuerpo de agua más importante es el río Coatzacoalcos. Las aguas del río Coatzacoalcos, sus afluentes (río Calzadas, arroyo Gopalapa y arroyo Teapa) y la Laguna Pajaritos han sufrido alteración en su calidad con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vierten 30.7 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda química de oxígeno, 6.2 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 1.5 toneladas al día de nutrientes, 1.5 toneladas al día de metales pesados, 0.13 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos y 25.3 toneladas al día de sulfatos, entre otros, más contaminación microbiológica. El arroyo Gopalapa-Teapa, cuya delimitación es de la confluencia del río Calzadas hasta desembocadura del río Coatzacoalcos en el Golfo de México (Barra Coatzacoalcos), con una longitud de la zona 21 km. Confluencia del río Calzadas por margen izquierda y de los arroyos Gopalapa y Teapa, y ubicación de la laguna Pajaritos por margen derecha. Descarga de aguas residuales municipales y no municipales. Recibe 1.97 toneladas/día de materia orgánica como demanda bioquímica de oxígeno y 28.8 toneladas al día como demanda química

Componente ambiental	Indicador	Estado actual del componente ambiental
		de oxígeno. La calidad del agua en esta zona presenta condiciones estuarinas. Caudal de 372 m³/s. Dentro del área del predio se encuentran algunos cuerpos de agua, se trata de ollas para la captación del agua de lluvia que sirven para proporcionar agua al ganado que se mantiene en el predio, estos cuerpos de agua no se ven afectados por el desarrollo del proyecto; así también, es posible encontrar dentro del predio algunas áreas de humedal, inundadas de manera permanente y otras que se inundan de manera temporal y estacional.
Hidrología subterránea	Estado actual del acuífero (con disponibilidad)	El acuífero es el Costera-Coatzacoalcos, su uso está destinado principalmente al abastecimiento de agua potable e industria, concentrándose en Minatitlán, considerables abatimientos por el bombeo permanente y la gran cantidad de pozos en explotación. Tiene una extensión de 8,670 Km², se considera del libre, aunque presenta semiconfinamiento local. El flujo sigue una dirección hacia el Norte y su nivel estático es variable, encontrándose entre los 10 y 30 m de profundidad. Este acuífero tiene características físico – químicas que permiten su utilización para cualquier fin y no presentar síntomas de contaminación por agua salada a pesar de cercanía con el mar y el río de Coatzacoalcos. La extracción es de 35.80 Mm³/año, mientras su recarga es de 172.10 Mm³/año. En este acuífero existen 249 pozos, de los cuales 108 son para uso industrial, 65 para uso público-urbano, 17 para uso agrícola y pecuario y 59 para otros usos; los cuales van desde 12.87 Mm³/año en uso industrial hasta 22.72 Mm³/año para uso público-urbano mientras que para otros usos se extraen 0.20 Mm³/año.
Geomorfología	Modificación de relieve	El terreno destinado para el Proyecto se asienta sobre terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (5° - 10°), pendientes suavemente inclinadas (3° - 5°), pendientes muy suavemente inclinadas (1° - 3°) y pendientes planas (< 1°); el relieve corresponde a llanura ondulada ligeramente diseccionada (2.5-5 m/km²). El origen geológico del área de estudio es de la era Cenozoica, del periodo Terciario o neógeno y de la época del mioceno. Las formaciones más antiguas son Areniscas de origen sedimentario.
Suelo	Presencia o ausencia de erosión y/o contaminación	Dentro del área donde se ubica el proyecto, se identificó un complejo edafológico integrado por tres tipos de suelo: Cambisol ferrálico, luvisol plintico y luvisol órtico, donde la erosión es baja dada las pendientes existentes a la rapidez con que se regenera la vegetación.
Medio biótico		
Vegetación	Estado de conservación	Derivado de los muestreos y recorridos de campo en las zonas donde aún existía remanentes de vegetación se llevó a cabo la identificación de las especies vegetales. Se identificaron 31 especies pertenecientes a 24 familias vegetales. En el estrato arbóreo el Hormiguillo (<i>Cecropia obtusifolia</i>) y Miconia (<i>Miconia argentea</i>) fueron los Árboles más abundantes. Con base a las especies silvestres introducidas

Componente ambiental	Indicador	Estado actual del componente ambiental
		encontradas como Benjamina (<i>Ficus benjamina</i>), Mango (<i>Mangifera indica</i>), Pasto elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>) se determinó que corresponden a vegetación secundaria de selva, además se identificaron especies indicadoras de perturbación como Ricino (<i>Ricinus communis</i>), Campanitas (<i>Ipomea purpurea</i>) y Mala mujer (<i>Solanum rostratum</i>). Sin duda, la vegetación predomina en el predio del proyecto es la vegetación secundaria de selva, sin embargo, la gran mayoría se encuentra dispersa dentro de la superficie del predio. Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor importancia ecológica es Miconia argétea con un valor de IVI de 10.36, seguido de Inga vera. con un valor de IVI de 8.17; Dentro del estrato Arbustivo la especie con mayor importancia es Tabernaemontana alba con un valor de IVI de 30.64, seguido de Dendropanax arboreus con un valor de IVI de 12.44; Por último, para el estrato bajo las especies con mayor importancia son Heliconia latispatha de un valor de IVI de 29.19, seguido de Solanum rostratum con un valor de IVI de 14.29.
	Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Dentro de los recorridos en campo dentro del área del proyecto y en el SA, no se observaron tres especies bajo algún estatus de protección dentro de la Norma 059 SEMARNAT 2010.
Fauna	No. de especies	Se registraron un total de 81 individuos, distribuidos en 16 familias y 19 especies. El grupo de las aves es el de mayor representatividad con 65 individuos en 10 especies, seguido de los anfibios con 16 individuos en tres especies, los reptiles con 10 individuos con tres especies y los mamíferos con ocho individuos en tres especies. Porcentualmente, las aves representan el 58 %, los anfibios el 20 %, los reptiles el 12 % y los mamíferos el 10 %. Para el caso del área del proyecto, se registraron un total de 17 individuos, distribuidos nueve familias, 10 géneros y 10 especies. El grupo de los reptiles presenta siete individuos con un total de cinco especies, seguido de los mamíferos con ocho individuos en tres especies y el grupo de las aves, con dos individuos y dos especies. Porcentualmente, tenemos a los mamíferos con el 47 %, seguido de los reptiles con el 41 % y con el 12 % se encuentran las aves.
	Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010	De estas especies, tres de reptiles se reportan bajo Protección Especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Turipache de Hernandez (<i>Corytophanes hernandezii</i>), Coralillo (<i>Micrurus diastema</i>) e Iguana verde (<i>Iguana iguana</i>).
Medio socioeconómico		
Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	El área del proyecto se considera que el área en su conjunto mantiene un valor promedio de calidad de paisaje bajo debido, entre otras cosas, a la existencia de áreas considerablemente antropizadas y una calidad de sus elementos media.



Componente ambiental	Indicador	Estado actual del componente ambiental
Demografía	Tasa de crecimiento	En los últimos años se observa en los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste, con crecimiento en la densidad poblacional, así como el porcentaje de PEA es más alto en el municipio de Nanchital que en el municipio de Ixhuatlán del Sureste, esto se debe principalmente a la actividad petrolera que se encuentra más cerca del municipio de Nanchital.



ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.

PREPARADO PARA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (AGENCIA
DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)



CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	4
V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	4
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos	5
V.1.2. Lista indicativa de los indicadores de impacto.....	7
V.1.3. Criterios y metodología de evaluación entre actividades del proyecto y factores ambientales	9
V.1.3.1. Actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales.....	9
V.1.3.2. Factores ambientales susceptibles de afectación.....	10
V.1.4. Interacciones ambientales del proyecto.....	12
V.2. Caracterización de los impactos ambientales.....	16
V.2.1. Criterios para la caracterización y evaluación	16
V.3. Determinación de la magnitud de los impactos ambientales	18
V.4. Determinación de la significancia de los impactos ambientales.....	20
V.5. Evaluación y jerarquización de los impactos ambientales	27
V.6. Descripción de los impactos ambientales	29
V.6.1. Cobertura vegetal	29
V.6.2. Pérdida de individuos de flora.....	31
V.6.3. Erosión.....	32
V.6.4. Distribución de los individuos de fauna.....	33
V.6.5. Pérdida de los individuos de fauna y disminución individuos de especies en algún estatus de protección.	36
V.6.6. Incremento en los niveles de ruido.	37
V.6.7. Habitat.....	38
V.6.8. Deterioro de la calidad del suelo.....	39
V.6.9. Deterioro de la calidad del aire.	41
V.6.10. Deterioro de la calidad del agua superficial.	43
V.6.11. Reducción de la capacidad de infiltración del agua de lluvia al acuífero.....	44
V.6.12. Deterioro de la calidad del paisaje.....	45
V.7. Conclusiones.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V. 1. Actividades del proyecto con potencial de impacto negativo	9
Tabla V. 2. Indicadores o subfactores ambientales para el proyecto	11
Tabla V. 3. Matriz de identificación de impactos ambientales negativos	12
Tabla V. 4. Resumen de la matriz de identificación de interacciones	14
Tabla V. 5. Identificación de impactos ambientales por factor y componente ambiental	14
Tabla V. 6. Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales	17



Tabla V. 7.	Criterios empleados para determinar la significancia de los impactos ambientales	18
Tabla V. 8.	Fórmula, criterios de valoración y categorías de clasificación de los impactos ambientales	19
Tabla V. 9.	Niveles de magnitud de impactos ambientales considerados en la evaluación del proyecto	20
Tabla V. 10.	Criterios de valoración y clasificación de la significancia de impactos	21
Tabla V. 11.	Categorías y valores de ponderación de la magnitud de impactos	22
Tabla V. 12.	Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales negativos	23
Tabla V. 13.	Impactos ambientales negativos del proyecto por nivel de significancia.....	27
Tabla V. 14.	Especies protegidas y/o listadas bajo alguna categoría de riesgo	36



V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En este capítulo se desarrolla la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales que el Proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable**” podría generar en sus diferentes actividades y obras que fueron modificadas o reubicadas.

La secuencia utilizada, fue a través de las siguientes actividades:

- Análisis de la información técnica del proyecto.
- Análisis de la Legislación y Normatividad aplicable.
- Trabajo de campo. Incluye recorridos de observación y reconocimiento realizados por personal profesional multidisciplinario.
- Análisis del Estado Actual del Sistema Ambiental del Área del Proyecto.
- Identificación de impactos a través de la delimitación de las interacciones ambientales potenciales que podrían generarse entre cada una de las actividades del proyecto, en sus diferentes etapas: preparación del sitio y construcción y los diferentes componentes ambientales del área del proyecto.
- Análisis y evaluación de los impactos ambientales identificados por medio de las metodologías disponibles para este fin.

La evaluación de los impactos ambientales identificados se efectúa asignando criterios de significancia en función de la adversidad o beneficio que el proyecto representa para el ambiente en sus diversos componentes (medio natural y medio socioeconómico) considerando en general impactos ambientales adversos (negativos) a los daños y/o alteraciones que afecten al medio natural de manera reversible o irreversible.

Finalmente, la significancia se establece con dos grados de magnitud, definiéndose impactos no significativos, e impactos significativos, los cuales a su vez pueden representar efectos adversos.

Como parte integral del presente estudio de daño ambiental, se presentan las propuestas de prevención o atenuación de los impactos ambientales adversos identificados en cada una de las etapas estudiadas del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable**”.



V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados en los siguientes tres grandes grupos:

- **Modelos de identificación** (listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras).
- **Modelos de previsión** (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos “in situ”, con el fin de predecir las alteraciones en magnitud).
- **Modelos de evaluación** (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos).

Debido a que cada proyecto en desarrollo tiene características especiales o propias, la metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales, debe ser diseñada según las características de cada proyecto, es decir se deberá diseñar como un traje a la medida.

A partir de lo anteriormente señalado, se diseñó la siguiente metodología para la identificación y evaluación de los Impactos Ambientales atribuibles a este proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”.

Se utilizó como base la **Técnica Matricial de Leopold (1971)** en donde la información contenida en los renglones de la matriz se adecuó para hacerla acorde a las condiciones ambientales del sitio del proyecto, tratando de cubrir todos los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos presentes.

En las filas de la matriz se anotan las actividades específicas que se deben realizar para ejecutar las obras requeridas por el proyecto, marcando una sección particular para cada una de las etapas de este (Preparación y Construcción). En las columnas se colocaron los componentes del Sistema ambiental que podrían ser afectados por el proyecto.

El siguiente paso consistió en ir cruzando las filas (actividades del proyecto) y las columnas (componentes del sistema), en los cruces donde se identificó una interacción y por ello un impacto, se asignó un signo negativo (-) para efectos adversos o positivo (+) para efectos benéficos, según el sentido de la interacción identificada. Este proceso se repite para todas las actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”.

En principio, se admite que aquellas filas y columnas que aparezcan con mayor número de marcas o señales corresponden a los factores y acciones de mayor relevancia. En la misma dirección, puede indicarse - si bien el computo aritmético no es conceptualmente acertado- que aquellos mayores valores provenientes de las sumas de magnitudes e importancias por separado, corresponderán, según arreglo a filas o columnas, a los factores del medio mayormente afectados y las acciones que producen mayores impactos, respectivamente.

Este análisis permite entonces identificar, en un comienzo, aquellas acciones para las cuales es necesario diseñar medidas de mitigación, y asimismo aquellos factores del medio más necesitados de atención debido a resultar mayormente afectados.

En síntesis, la Matriz de Leopold servirá, entre otros propósitos, a identificar interacciones Factor Ambiental– Acción del Proyecto; identificación del carácter benéfico o adverso del impacto producido; valoración preliminar de éstos; y todas las anteriores en fases temporales del proyecto, esto es: Preparación, Construcción y Operación y Mantenimiento.

El dictamen final, considera las categorías de impacto ambiental compatible, moderado, severo y crítico. A continuación, se describen brevemente:

- **Impacto ambiental compatible:** aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- **Impacto ambiental moderado:** aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **Impacto ambiental severo:** aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- **Impacto ambiental crítico:** aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Se utilizó esta técnica por la siguiente razón:

- Como es sabido, la técnica de evaluación de impactos debe ser como un traje a la medida y la **Técnica Matricial de Leopold Modificada** cumple con este requerimiento.

V.1.2. Lista indicativa de los indicadores de impacto

Los indicadores particulares para el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, se enumeran a continuación:

- **Cambios en la Morfología del Área.-** Este Indicador es susceptible de manifestarse en todas las etapas. En las etapas previas a la operación se pueden presentar cambios temporales, debido a la formación de falsos montículos (producto de las excavaciones, desmontes, instalaciones provisionales como bodegas y/o sanitarios, uso de maquinaria pesada), lo cual presentará efectos temporales sobre la erosión y estabilidad del sitio. Asimismo, se consideran modificaciones permanentes por la construcción de las Fosas de Captación de Salmuera, Construcción y montaje de líneas de conducción de gas y salmuera, montaje de equipos e instalaciones complementarias como construcción de áreas, soporterías para sistemas fijos y tuberías, en la etapa de mantenimiento, se pueden presentar cambios en la Geoforma por el uso de maquinaria pesada durante la construcción, reparación del pozo y disposición final del suelo excavado.
- **Contaminación del suelo.-** Este indicador es susceptible de manifestarse en la etapa de construcción, por la introducción de agregados externos (materiales para la compactación del suelo debido a la construcción de la fosas de captación de salmuera, soportería de la líneas aéreas, líneas subterráneas, camino de acceso y la construcción de edificios menores), la propia compactación, etc, lo cual modifica de manera permanente su calidad original.
- **Agua Superficial.-** Este Indicador involucra un Sistema Lótico denominado Río Coatzacoalcos (a una distancia mínima de 3 km), que durante las etapas de Preparación del sitio y la Construcción del Proyecto, existe la posibilidad de modificar el actual perfil de escurrimiento y ser susceptible a ser impactado, debido al arrastre de las aguas pluviales de materiales no consolidados, trayendo como consecuencia su modificación de la calidad, por la introducción de agregados externos, modificación a la turbidez y los sólidos totales.
- **Agua Subterráneas.-** Este indicador es susceptible de manifestar en la etapa de operación, debido que en el proyecto se contempla la generación de aguas residuales provenientes del uso humano y aguas sépticas que serán manejadas en fosas sépticas y dispuestas en pozos de adsorción.
- **Nivel de Ruido.-** En las etapas contempladas en el presente proyecto los niveles Ruido, se elevaran en el sitio por la naturaleza del proyecto a niveles superiores al medio ambiente natural y a los permisibles por la normatividad vigente, debido a la utilización de maquinaria y equipo pesado durante

la construcción, uso de maquinaria como compresores, máquinas de soldar y equipos menores durante la construcción del proyecto y en su operación normal de los equipos que conforman el proyecto.

- **Calidad del Aire.-** Este indicador se manifiesta en todas las etapas evaluadas, debido a la presencia de fuentes móviles (automotores a diesel y gasolina), derivado del transporte de personal, materiales y equipos, así como también, por la utilización de maquinaria pesada, para la preparación, compactación y nivelación del camino de acceso, la construcción de las fosas de captación de salmuera y por las actividades de corte y soldaduras necesarias para la construcción del proyecto. Lo cual permite agregados externos a la calidad del aire como polvos y humos de soldadura.
- **Microclima.-** Este indicador es condicionado por el anterior, debido al efecto sobre la temperatura ambiente de las emisiones, proveniente de los gases de combustión del uso de maquinarias o fuentes móviles con consumo de combustibles fósiles, y por los agregados externos como el polvo, la generación de ruido y por los humos de soldaduras
- **Estrato Herbáceo.-** Las poblaciones florísticas están representadas de manera dominante en el sitio del proyecto y área de influencia por pastizales naturales e inducido (su uso predominante actual es industrial, cuenta con la Autorización parcial de la ASEA del Cambio de Uso de Suelo). Se considera que el proyecto presentará cambios en la dinámica natural, en la modificación y ligera destrucción del nicho ecológico. Cabe mencionar que el sitio no tiene presencia de especies protegidas.

El sitio del proyecto presenta características acentuadas de modificaciones antropogénicas, debido a que ha sido utilizada en el pasado para actividades ganaderas y por las actividades industriales extractivas de Sal Gema de la operación del Pozo 206, propiedad de Sales del Istmo, S.A. de C.V., así como, por la conformación de la zona industrial aledaña; situación que a desbastado de manera importante la vegetación original, quedando solamente manchones aislados de la misma.

- **Estrato arbustivo.-** Este indicador sólo considera algunos ejemplares que serán retirados del estrato arbustivo. La empresa tiene proyectado llevar acabo planes o programas de Reforestación con especies arboladas a fin de mejorar el aporte ecológico que actualmente el sitio del proyecto o la zona de influencia presenta. Además, que se ha estado sujetando a las condicionantes de la autorización en el ETJ se expidió por parte de la ASEA.
- **Aves.-** Algunos ejemplares de esta clase faunística están asociados a los árboles presentes en el sitio de proyecto. Se considera su emigración por el cambio de hábitat, no existen en el sitio especies protegidas y/o en peligro de extinción.

- **Insectos.** - La fauna mejor representada es la clase insecto, que se encuentra asociada al estrato herbáceo (pastos inducidos). Se considera su emigración por el cambio de su nicho ecológico.

V.1.3. Criterios y metodología de evaluación entre actividades del proyecto y factores ambientales

V.1.3.1. Actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales

La selección de las actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, potencialmente generadoras de efectos, se realizó considerando los aspectos ambientales y operativos del mismo, así como la experiencia del grupo consultor considerada como una forma de complementar el estudio para la evaluación de proyectos del sector hidrocarburos.

Especialmente, se procuró que las actividades elegidas reunieran los siguientes atributos:

- **Relevancia:** las actividades deben ser portadoras de información significativa y de real incidencia en la generación de impactos.
- **Exclusividad:** las actividades no deben solaparse entre sí.
- **Determinabilidad:** las actividades deben ser claramente identificables y valorables por sí mismas.

Con base en tales criterios de discriminación, se seleccionaron las actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” para el análisis de los impactos ambientales (Tabla V.1).

Tabla V. 1. Actividades del proyecto con potencial de impacto negativo

Etapa/obra o actividad	Etapa			
	PS	C	O y M	D y C
Desmonte y despa me				
Compactac ón y n ve ac ón				
Perforac ón de pozo formac ón de a caverna y pruebas de hermet c dad				
Recepc ón y a macenam ento de gas LP				
Transferenc a y entrega a LPG ducto de 24” Cactus-Guada ajara-Zapot anejo				
Desmante am ento y mp eza de a nfraestructura ex stente				
Act v dades de revegetac ón de s to				



Donde:

PS= Preparación de Sitio;

C = Construcción;

O y M = Operación y Mantenimiento;

D y C = Desmantelamiento y Cierre

V.1.3.2. Factores ambientales susceptibles de afectación

El reconocimiento de los factores del medio ambiente con posibilidades de afectación ante el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, se realizó mediante la desagregación de los subsistemas ambientales y el empleo de indicadores ambientales.

Cabe recordar que los indicadores ambientales son elementos o variables del medio ambiente que aportan información sobre los procesos ambientales y proporcionan la medida de la magnitud de los impactos, en términos cualitativos o cuantitativos. Para ser de utilidad, los indicadores deben cumplir los criterios de validez científica, disponibilidad y fiabilidad de datos, representatividad, sensibilidad a cambios, sencillez, relevancia y utilidad, comparabilidad y razonable relación entre costo y beneficio.

La selección de indicadores ambientales es necesaria durante la evaluación, para acotar el análisis a los parámetros realmente relevantes de cada componente del ambiente.

La estimación cuantitativa del indicador depende de la disponibilidad de una escala de valores que permita su evaluación; la valoración cualitativa corresponde a calificaciones que emplean términos descriptivos como muy bueno, bueno, regular, malo, etc., los cuales se fundamentan en criterios establecidos con base en la experiencia o sugerencias de expertos en la materia. Una referencia importante, relacionada con la valoración cuantitativa, la constituyen los estándares o valores establecidos en las normas ambientales disponibles.

Un aspecto relevante, que aporta a la objetividad de la evaluación, consiste en elegir indicadores exclusivos que no se superpongan entre sí, de manera que no se conduzca el análisis a la sobrevaloración de ciertos rubros.

Para la evaluación expuesta en este documento, se identificaron y seleccionaron los indicadores considerados como representativos y de mayor utilidad para el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” y sitio de interés, debido a su potencial para reflejar mejor los cambios en el estado y calidad de los factores ambientales. Esta tarea se desarrolló con base en la experiencia del grupo consultor en la evaluación de proyectos y contextos similares, así como en las recomendaciones aportadas por cada

especialista que desarrolló trabajo de campo para la caracterización del sitio. Adicionalmente, se revisó la literatura especializada con el propósito de corroborar la pertinencia de los indicadores elegidos.

La elección atiende a la condición particular del área de estudio, así como a las consideraciones de vulnerabilidad de cada componente del medio ambiente, por lo que, al análisis se integraron indicadores de escala local para los componentes de biodiversidad y agua superficial. Un total de 15 indicadores o subfactores ambientales fueron seleccionados para el análisis del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” (Tabla V.2).

Tabla V. 2. Indicadores o subfactores ambientales para el proyecto

Sistema	Medio	Componente	Factor/indicador
Físico-Natural	Abiótico	Suelo	Erosión
			Cantidad
		Atmósfera	Confort sonoro
			Cantidad
		Agua	Patrones hidrológicos superficiales (escurrimiento pluvial)
			Procesos hidrológicos subterráneos (manto freático)
			Cantidad (contaminación por residuos)
	Biótico	Flora	Cobertura vegetal
			Pérdida de individuos
			Especies en riesgo flora y fauna
		Fauna	Disturbio de individuos de fauna
			Fauna voladora (aves murciélagos y mariposa monarca)
		Ecosistemas	Conectividad
			Hábitat
	Perceptual	Paisaje	Cantidad visual

V.1.4. Interacciones ambientales del proyecto

Una vez determinadas las actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” con potencial de generar impactos y habiendo establecido los indicadores de impacto relevantes para cada factor ambiental, se procedió a identificar los efectos o interacciones susceptibles de ocurrir (impactos potenciales).

La identificación de los impactos potenciales se realizó con base en la experiencia adquirida en la evaluación de proyectos similares, tomando como base el análisis del diagnóstico ambiental, la descripción del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, la lectura espacial del entorno y el trabajo de campo.

Como apoyo, se empleó una matriz de Leopold modificada, a través de la cual se detectaron las interacciones posibles entre las distintas actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” (colocadas en las columnas) y los indicadores seleccionados (colocados en las filas). Esta primera matriz apoya el análisis integral de manera cualitativa, enmarcado en todo momento por el juicio de expertos (profesionistas con experiencia en el campo de biología, geografía, energía, arquitectura e ingeniería ambiental).

En este sentido, se presenta la Matriz de identificación de interacciones (Tabla V.3), donde se determinaron las relaciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y acciones, y el medio en componentes y factores, y que, para efectos de interpretación, las interacciones negativas serán identificadas por colores diferentes según la etapa donde se presenten.

Tabla V. 3. Matriz de identificación de impactos ambientales negativos

Medio/componente	Etapas		Preparación del sitio		Construcción	Operación y mantenimiento		Desmantelamiento y Cierre	
	Acciones/factor		Desmonte y despalme	Compactación y nivelación	Perforación de pozo, formación de caverna y prueba de hermeticidad	Recepción y almacenamiento de GLP Cactus-Guadalupe	Transferencia y entrega al lpg ducto de 24"	Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente	Actividades de revegetación del sitio
Abiótico	Suelo	Erosión	1						1
		Calidad		1		1	1		
	Atmósfera	Confort sonoro	1	1	1				1

Medio/componente	Etapas		Preparación del sitio		Construcción	Operación y mantenimiento		Desmantelamiento y Cierre	
	Acciones/factor		Desmonte y despalme	Compactación y nivelación	Perforación de pozo, formación de caverna y prueba de hermeticidad	Recepción y almacenamiento de GLP Cactus-Guadalupe	Transferencia y entrega al lpg ducto de 24"	Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente	Actividades de revegetación del sitio
	Agua	Calidad	1		1	1	1	1	
		Patrón hidrológico superficial (escurrimiento pluvial)							
		Procesos hidrológico-subterráneos (manto freático)	1						1
		Calidad		1	1	1	1	1	
Biótico	Flora	Cobertura vegetal	1						1
		Pérdida de individuos	1						1
		Especies en estatus							
	Fauna	Distribución de individuos de especies de fauna	1						1
		Fauna	1						1
		Especies en estatus	1						
	Ecosistemas	Conectividad							1
		Hábitat	1						1
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	1		1	1	1		1

Conforme a la tabla anterior de identificación de interacciones se realizó la siguiente tabla (Tabla V.3), la cual es un resumen donde se pueden identificar de una manera rápida la cantidad total de interacciones resultantes clasificadas por componente y por etapas.

Para el proyecto resultaron un total de 28 interacciones negativas: 14 que corresponden a la etapa de preparación del sitio, 4 a la etapa de construcción, 8 a la etapa de operación y mantenimiento y 2 a la desmantelamiento y cierre de las instalaciones. En cuanto a las interacciones que tendrá el proyecto en cada uno de los componentes ambientales se tiene lo siguiente: 4 corresponden al suelo, 8 para atmosfera, 6 agua, 2 flora, 3 fauna, 1 ecosistemas y 1 paisaje.

Tabla V. 4. Resumen de la matriz de identificación de interacciones

Medio	Etapas Componente	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y desmantelamiento	Interacciones por componente
Abiótico	Suelo	2	0	2	0	4
	Atmosfera	3	2	2	1	8
	Agua	2	1	2	1	6
Biótico	Flora	2	0	0	0	2
	Fauna	3	0	0	0	3
	Ecosistemas	1	0	0	0	1
Perceptual	Paisaje	1	1	2	0	4
Interacciones por etapa		14	4	8	2	28

Una vez identificadas las interacciones en la matriz (Tabla V.4.), se realizó un cribado para determinar los impactos ambientales derivados de las interacciones proyecto-entorno, con lo que se obtuvieron 13 impactos ambientales (negativos), los cuales se enlistan en la tabla V.5, donde también se indican las causas que los producen.

Tabla V. 5. Identificación de impactos ambientales por factor y componente ambiental

Medio	Componente	Factor ambiental	No.	Impacto	Causas
Abiótico	Suelo	Erosión	1	Pérdida de suelo	Por desmonte y despalme.
		Calidad	2	Alteración de la calidad del suelo	Compactación y nivelación y por contaminación de un mal manejo de residuos, fugas en las etapas de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y cierre y abandono de instalaciones.
	Atmosfera	Confort sonoro	3	Alteración al confort sonoro	Aumento en el ruido atmosférico por el uso de maquinaria y equipo para la preparación del sitio y construcción.

Medio	Componente	Factor ambiental	No.	Impacto	Causas
	Agua	Calidad	4	Contaminación atmosférica	Por la emisión de gases y polvos producto del uso de maquinaria y equipo para la preparación y construcción del proyecto, así como los desfuegos de seguridad de gas natural en el quemador de piso y horizontal.
		Patrones hidrológicos superficiales (escurrimiento pluvial)	5	Modificación de los escurrimientos superficiales pluviales (temporales)	No existe impacto en este factor y componente ambiental.
		Procesos de hidrología subterránea (manto freático)	6	Afectación al manto freático	Por el desmonte y despalme, compactación y nivelación causando la disminución de infiltración del agua pluvial.
		Calidad	7	Contaminación del agua superficial	Por el manejo inadecuado de residuos peligrosos por fuga o derrames
Biótico	Flora	Cobertura vegetal	8	Pérdida de cobertura vegetal	Por actividades de desmonte y despalme
		Pérdida de individuos	9	Pérdida de individuos de algunas especies	Por actividades de desmonte y despalme
		Especies en estatus	10	Pérdida de individuos listados en algún estatus de protección	No existe impacto en este factor y componente ambiental, debido a que no hay especies en estatus de protección dentro del predio al ser pecuario y estar modificado previamente.
	Fauna	Distribución de individuos de especie de fauna	11	Desplazamiento de individuos de especies de fauna	Por la remoción de la cobertura vegetal y emisión de ruido por la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto
		Fauna	12	Disminución de individuos	Por la remoción de la cobertura vegetal y atropellamiento por la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto

Medio	Componente	Factor ambiental	No.	Impacto	Causas
		Especies en estatus	13	Pérdida de individuos listados en algún estatus de protección	Por actividades de desmonte y despalde, tránsito vehicular, actividades de construcción
	Ecosistemas	Conectividad	14	Fragmentación de la conectividad	No existe impacto en este factor y componente ambiental.
		Hábitat	15	Modificación al hábitat	Por actividades de desmonte y despalde, tránsito vehicular, actividades de construcción y operación del proyecto.
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	16	Modificación del paisaje natural	Por la construcción de las obras y la operación del proyecto

V.2. Caracterización de los impactos ambientales

Considerando que la determinación de los impactos significativos del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” sólo puede establecerse mediante la caracterización de sus atributos de importancia, tales como la acumulación, sinergia y persistencia, se procedió a realizar la caracterización y valoración de los impactos, empleando dos métodos diferentes de evaluación.

V.2.1. Criterios para la caracterización y evaluación

Los impactos ambientales son expresiones de una o varias facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del sistema ambiental, ya sea que se analice éste en su conjunto o en sus componentes individuales.

En cualquiera de las escalas, los efectos que se manifiestan, ya sea en uno, varios o todos los factores ambientales, pueden ser caracterizados individualmente y valorarse, cualitativa o cuantitativamente, a través de una serie de atributos que aluden al modo, momento, alcance, intensidad, etc., en que éstos ocurren.

Así, los atributos de los impactos de mayor importancia en términos de la evaluación ambiental, constituyen los criterios de evaluación en cualquiera de las metodologías de valoración que se empleen; de la definición de dichos criterios es indispensable en la medida en que el análisis deba someterse a escrutinio, toda vez que su conocimiento permite discernir los razonamientos que conducen al especialista a calificar, de una u otra forma, cada efecto determinado.

En el caso particular que se expone, con el propósito de valorar y jerarquizar los impactos ambientales identificados como potenciales, se emplearon dos grupos de criterios; uno para evaluar la magnitud de los efectos y otro para valorar su significancia.

En la evaluación de la magnitud de los impactos se utilizó una versión modificada de los criterios propuestos por Espinoza (Espinoza, 2001), la cual involucra siete atributos de los efectos (Tabla V.4); en tanto, la valoración de la significancia se basó en cuatro criterios esenciales determinados por la técnica diseñada ad-hoc para el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” (Tabla V.6)

Tabla V. 6. Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales

Criterio	Descripción	Valoración cualitativa del efecto		
Carácter	Define a naturaleza de efecto con respecto a estado de componente ambiental antes de iniciar proyecto. Indica si la actividad es benéfica o favorable a la estabilidad de componente; perjudicial y promotora de inestabilidad; o perjudicial pero no generadora de inestabilidad	Positivo	Negativo	Compatible
Intensidad	Auda a intensidad o grado de perturbación causado en el componente ambiental. Una valoración indica el deterioro absoluto de factor	Mínima	Regular	Alta
Tipo	Clasifica el efecto se manifiesta como consecuencia directa o indirecta de la actividad causa. Si el efecto ocurre como consecuencia directa de la actividad se considera primario; si se presenta como consecuencia indirecta se clasifica como secundario y es difuso si es resultado de un impacto secundario	Difuso	Secundario	Primario
Probabilidad de ocurrencia	Estima la probabilidad de que se presente el efecto considerando en su caso los elementos de diseño de proyecto que pueden prevenir o disminuir esa probabilidad	Poco probable	Probable	Muy probable
Extensión (Ámbito)	Clasifica el ámbito de territorio en donde se manifiesta el efecto; si la actividad produce un efecto que trasciende los límites de área de influencia directa de proyecto se considera regional; si éste se circunscribe a los límites de predio o área de influencia directa se valora como local; y si el efecto es muy localizado dentro de los límites de predio se clasifica como puntual	Puntual	Local	Regional
Duración (Tiempo)	Valora la persistencia o tiempo que permanece el efecto desde su aparición hasta que retornaría a sus condiciones previas a la actividad ya sea de manera natural o mediante la introducción de medidas correctoras o atenuantes. Si el efecto persiste más de 10 años y el factor no retorna a sus condiciones iniciales aun cuando la actividad causa haya dejado de existir se considera permanente; si el efecto permanece de uno a 10 años la duración se clasifica como mediana; si la persistencia de efecto es menor a un año se valora como corta	Corta	Mediana	Permanente
Reversibilidad	Estima la posibilidad de que el factor ambiental retorne a las condiciones iniciales previas a la actividad causa ya sea de manera natural o mediante intervención humana. En el caso de ser posible la reversión de efecto se consideran	Reversible	Parcialmente reversible	Irreversible

Criterio	Descripción	Valoración cualitativa del efecto		
	dos condiciones: si la reversión ocurre de manera total o parcial			

Tabla V. 7. Criterios empleados para determinar la significancia de los impactos ambientales

Criterio	Descripción	Valoración cuantitativa		
Magnitud	Calificación de incidencia o afectación sobre un componente ambiental determinado. La calificación se corresponde con los valores y rangos de evaluación de la magnitud de impacto	Alta	Mediana	Baja
Acumulación	Valora la interacción de acciones o efectos El efecto se considera simple cuando se manifiesta sobre un solo componente ambiental y no induce nuevos efectos (efectos secundarios) El impacto se denomina acumulativo cuando ocasiona el incremento en la intensidad de un efecto similar pre-existente Se determina que el impacto será sinérgico con respecto a componente que se analiza cuando su efecto se intensifica como consecuencia de los efectos de otras actividades simultáneas en medidas mayores que la simple acumulación o suma de los efectos individuales	Simple	Acumulativo	Sinérgico
Fragilidad	Estima el grado de sensibilidad, vulnerabilidad o susceptibilidad de componente ambiental ante el desarrollo de la actividad o proyecto	Baja	Moderada	Alta
Probabilidad de control	Califica la probabilidad de aplicar medidas o prácticas de control para prevenir, mitigar o compensar el efecto. Se auda específicamente a la probabilidad y no a la posibilidad de control considerando solamente las medidas que realice y efectivamente puede incorporar el proyecto	Alta	Mediana	Poco o ninguna

V.3. Determinación de la magnitud de los impactos ambientales

Considerando que la caracterización de los efectos ambientales, sólo por sus atributos, resulta insuficiente para comprender su valor e importancia, es preciso recurrir a métodos que permitan integrar dicha información individualizada y hacer una estimación o calificación de los impactos por la suma de sus atributos.

Dicha estimación se realiza mediante la asignación de valores numéricos para la ponderación de cada criterio considerado relevante y, posteriormente, aplicar una fórmula que permite calcular el valor del conjunto.

En este análisis, la evaluación de los impactos ambientales identificados se realizó mediante el uso de dos metodologías: una para valorar la magnitud y otra para valorar la significancia, cada una de las cuales se sustenta en criterios particulares de análisis y ponderación, además de fórmulas de cálculo específicas. Tanto en el caso de la magnitud como en el caso de la significancia, los cálculos se realizaron sobre una matriz en la

que se indica, para cada efecto detectado, las valoraciones de cada criterio y los resultados finales de la valoración en su conjunto.

Para la evaluación de la magnitud de los impactos ambientales se seleccionó una variante propia de la técnica semi-cuantitativa propuesta por Espinoza (op cit.), basada en:

- La individualización de los criterios de evaluación de magnitud descritos anteriormente.
- La asignación de una calificación objetiva a cada criterio, de acuerdo con tres valores de ponderación determinados.

La estimación del valor de magnitud mediante una fórmula de cálculo (Tabla V.8).

Tabla V. 8. Fórmula, criterios de valoración y categorías de clasificación de los impactos ambientales

Criterios	Valores de ponderación		
Carácter (C)	Pos t vo (1)	Negat vo (-1)	Compat b e (-1)
Inc denc a (I)	A ta (3)	Regu ar (2)	Mín ma (1)
T po (T)	Pr mar o (3)	Secundar o (2)	D fuso (1)
Probab dad de Ocurrenc a (O)	Muy probab e (3)	Probab e (2)	Poco probab e (1)
Extens ón (E)	Regona (3)	Loca (2)	Puntua (1)
Durac ón (D)	Permanente (3)	Med a (2)	Corta (1)
Revers b dad (R)	Irrevers b e (3)	Parc a (2)	Revers b e (1)
Tota	19	13	7

VALORACIÓN DE MAGNITUD DE IMPACTOS

$$\text{Impacto Total} = C \times (I + T + O + E + D + R)$$

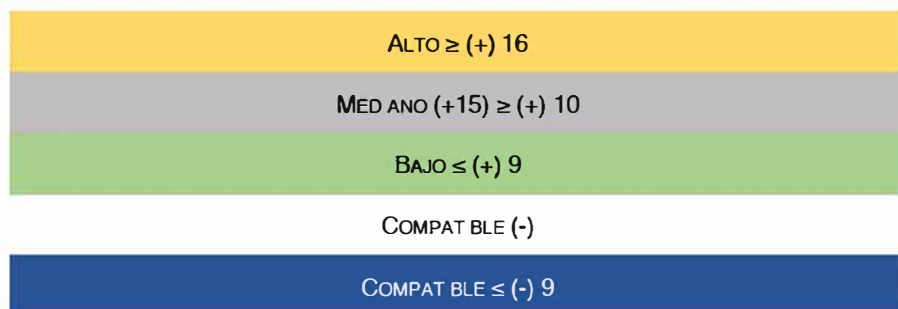
NIVELES DE MAGNITUD DE IMPACTOS

Negativo (-)

SEVERO $\geq (-) 16$

MODERADO $(-15) \geq (-) 10$

Pos t vo (+)



De acuerdo con esta técnica, según el carácter y el valor de magnitud, los impactos pueden clasificarse en positivos, negativos o compatibles; con base en los rangos establecidos de valores de magnitud, pueden tipificarse por niveles (Tabla V.9).

Tabla V. 9. Niveles de magnitud de impactos ambientales considerados en la evaluación del proyecto

Carácter	Nivel	Valores de magnitud	Interpretación
Positivo	Alto	$\geq (+) 16$	Se trata de efectos que tienden a mejorar las condiciones de los componentes que prevalecían antes de desarrollo de proyecto ya sea porque: () eliminan o reducen presiones pre-existent; () favorecen la conservación de la calidad de componente ambiental; o () mejoran francamente su condición
	Mediano	$(+15) \geq (+) 10$	Son efectos que pueden crear condiciones tendencias o procesos que permiten a los componentes ambientales usualmente perturbados con anterioridad a ejecución de proyecto recuperar una calidad mejor a la que poseían
	Bajo	$\leq (+) 9$	Son efectos positivos que a pesar de no aportar un gran beneficio para los componentes de ambiente crean condiciones favorables a la preservación de su calidad
Negativo	Severo	$\geq (-) 16$	Son efectos adversos de tal magnitud que la recuperación de las condiciones de componente ambiental perturbado por el desarrollo de proyecto exige la aplicación de medidas específicas y estrictas de control y mitigación
	Moderado	$(-15) \geq (-) 10$	Se trata de efectos negativos que alteran las condiciones de componente ambiental en una magnitud tal que es posible recuperarse en cierto tiempo mediante prácticas de mitigación simples
Compatible		$\leq (-) 9$	Se trata de efectos en esencia adversos pero de baja magnitud y sobre componentes de ambiente que recuperan sus condiciones y calidad una vez que cesa la acción que lo origina; pueden considerarse nuevos o mínimos no requieren de prácticas de mitigación y son compatibles con las regulaciones normativas

V.4. Determinación de la significancia de los impactos ambientales

La significancia, trascendencia o importancia de los impactos, es un atributo cualitativo que aporta gran utilidad para determinar el balance ambiental del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal

Geológicamente Estable”; asocia la magnitud del efecto con su capacidad de acumulación y sinergia, la fragilidad del componente ambiental y la probabilidad de controlar el efecto. El propósito de valorar la significancia de los impactos consiste en identificar y jerarquizar los efectos que revisten mayor relevancia.

Ello es importante, ya que suelen presentarse impactos con magnitud alta o media, pero de poca significancia debido a que se manifiestan sobre factores ambientales poco vulnerables; son fáciles de prevenir y no acumulativos.

Este tipo de análisis es apropiado para enriquecer la evaluación con criterios de discriminación que permitan ponderar el conjunto de los efectos identificados y evaluados, de manera que se pueda contar con suficientes elementos de discernimiento respecto de la factibilidad ambiental del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable**”.

La valoración de la significancia involucra una serie de criterios y categorías. Para el caso particular de este análisis, se seleccionó una técnica muy sencilla pero eficaz para la evaluación de la mayoría de los proyectos (Tabla V.10).

Tabla V. 10. Criterios de valoración y clasificación de la significancia de impactos

CRITERIOS	CATEGORÍAS		
Magn tud (M)	Baja (1)	Med a (2)	A ta (3)
Acumu ac ón (A)	S mp e (1)	Acumu at vo (2)	S nérg co (3)
Frag dad de componente (F)	Baja (1)	Moderada (2)	A ta (3)
Probab dad de contro (C)	A ta (1)	Med ana (2)	Poca nu a o no requ ere (3)
Pers stenc a (P)	Corta (1)	Med ana (2)	Permanente (3)
Tota	5	10	15

$$\text{SIGNIFICANCIA} = M + A + F + C$$

RANGO DE VALORES

NIVEL DE SIGNIFICANCIA

5 – 7

Poco significativo

8 – 11

Moderadamente significativo

SIGNIFICANCIA = M + A + F + C	
12 – 15	Muy significativo

Para determinar la categoría del criterio de magnitud (M), se aplica una ponderación de los valores y rangos empleados en la valoración de la magnitud del impacto (Tabla V.11).

Tabla V. 11. Categorías y valores de ponderación de la magnitud de impactos

Nivel de impacto	Categoría de magnitud	Valor de cálculo
≤ 9	Baja	1
10 -15	Med a	2
≥ 16	A ta	3

Con las metodologías indicadas se estimaron los valores de magnitud y significancia de las 28 interacciones negativas identificadas como potenciales, empleando una matriz diseñada ad-hoc (Tabla V.12).

Tabla V. 12. Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales negativos

Factor	Subfactor-Indicador	Act v dad	Magn tud									S gn f canc a						
			Cr ter os de va orac ón							Valor del impacto	Nivel de magnitud	Cr ter os de va orac ón					Valor de significancia	Grado de significancia
			Carácter	Incidencia	Tipo	Probabilidad de ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad			Magnitud	Acumulación	Fragilidad	Probabilidad de control	Persistencia		
A re	1 Ca dad de a re	Desmonte y despa me de terreno	-1	3	2	3	2	2	1	-13	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
		Compactac ón y n ve ac ón	-1	3	2	3	2	2	1	-13	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
		Perforac ón de pozo formac ón de a caverna y pruebas de hermet c dad	-1	3	2	3	2	2	1	-13	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
		Recepc ón y a macenam ento de gas LP	-1	2	2	2	2	2	1	-11	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
		Transferenc a y entrega a LPG ducto de 24" Cactus-Guada ajara	-1	3	2	3	2	2	1	-13	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
		Desmante am ento y mp eza de a nfraestructura ex stente	-1	2	2	2	2	2	1	-11	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
	2 N ve es de ru do	Desmonte y despa me de terreno	-1	2	2	2	2	2	1	-11	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
		Compactac ón y n ve ac ón	-1	2	2	2	2	2	1	-11	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco

Factor	Subfactor-Indicador	Actividad	Magnitud									Significancia						
			Criterios de valoración							Valor del impacto	Nivel de magnitud	Criterios de valoración					Valor de significancia	Grado de significancia
			Carácter	Incidencia	Tipo	Probabilidad de ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad			Magnitud	Acumulación	Fragilidad	Probabilidad de control	Persistencia		
		Perforación de pozo formación de la caverna y pruebas de hermeticidad	-1	2	2	2	2	2	1	-11	Moderado	2	2	1	1	1	7	Poco
Suelo	3 Pérdida / erosión	Desmonte y despiece de terreno	-1	2	3	3	1	1	1	-11	Moderado	2	3	1	3	1	10	Significativo
	4 Capacidad de suelo	Compactación y nivelación	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible	1	2	1	1	1	6	Poco
		Recepción y almacenamiento de gas LP	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible	1	2	1	1	1	6	Poco
		Transferencia y entrega a LPG ducto de 24" Cactus-Guadajajara	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible	1	2	1	1	1	6	Poco
Agua	5 Procesos hidrologicos subterráneos (manto freático)	Desmonte y despiece	-1	1	2	2	1	2	1	-9	Compatible	1	1	1	1	2	6	Poco
	6 Capacidad de agua superficial	Desmonte y despiece	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible	1	2	2	1	1	7	Poco
		Compactación y nivelación	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible	1	2	2	1	1	7	Poco

Factor	Subfactor-Indicador	Actividad	Magnitud									Significancia						
			Criterios de valoración							Valor del impacto	Nivel de magnitud	Criterios de valoración					Valor de significancia	Grado de significancia
			Carácter	Incidencia	Tipo	Probabilidad de ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad			Magnitud	Acumulación	Fragilidad	Probabilidad de control	Persistencia		
		Recepción y almacenamiento de gas LP	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible	1	2	2	1	1	7	Poco
		Transferencia y entrega a LPG ducto de 24" Cactus-Guadajajara	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible	1	2	2	1	1	7	Poco
		Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente	-1	1	2	1	1	1	1	-7	Compatible	1	2	2	1	1	7	Poco
Flora	7 Cobertura vegetal	Desmonte y despalme	-1	1	2	1	2	2	1	-9	Compatible	2	3	1	3	1	10	Significativo
	8 Pérdida de biodiversidad	Desmonte y despalme	-1	3	1	3	2	2	1	-12	Moderado	2	3	1	3	1	10	Significativo
Fauna	9 Distribución de biodiversidad de especies de fauna	Desmonte y despalme	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compatible	1	2	3	1	2	9	Poco
	10 Especies en riesgo	Desmonte y despalme	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compatible	1	2	3	1	2	9	Poco
	11 Pérdida de biodiversidad de Fauna silvestre	Desmonte y despalme	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compatible	1	2	3	1	2	9	Poco



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Factor	Subfactor-Indicador	Actividad	Magnitud									Significancia						
			Criterios de valoración							Valor del impacto	Nivel de magnitud	Criterios de valoración					Valor de significancia	Grado de significancia
			Carácter	Incidencia	Tipo	Probabilidad de ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad			Magnitud	Acumulación	Fragilidad	Probabilidad de control	Persistencia		
	12 Hábitat	Desmonte y despa me	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compat b e	1	2	3	1	2	9	Poco
Perceptua	13 Calidad v sua	Desmonte y despa me	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compat b e	1	2	3	1	2	9	Poco
		Perforac ón de pozo formac ón de a caverna y pruebas de hermet c dad	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compat b e	1	2	3	1	2	9	Poco
		Recepc ón y a macenam ento de gas LP	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compat b e	1	2	3	1	2	9	Poco
		Transferenc a y entrega a LPG ducto de 24" Cactus-Guadajara	-1	1	1	2	2	2	1	-9	Compat b e	1	2	3	1	2	9	Poco

V.5. Evaluación y jerarquización de los impactos ambientales

A partir de la caracterización de las interacciones ambientales y la valoración de su magnitud y significancia, se determinó como posible la ocurrencia de 13 impactos adversos como consecuencia del desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”. Tales impactos se ordenaron con base en su nivel de significancia y magnitud, a efecto de reconocer los más relevantes (Tabla V.13).

Tabla V. 13. Impactos ambientales negativos del proyecto por nivel de significancia

IMPACTO	ACTIVIDAD CAUSAL (FUENTE DE CAMBIO)	SUBFACTOR-INDICADOR AMBIENTAL	ETAPA DE MANIFESTACIÓN	ATRIBUTOS DE RELEVANCIA				
				SIGNIFICANCIA	MAGNITUD PROMEDIO	PERSISTENCIA	ACUMULACIÓN	PROBABILIDAD DE CONTROL
Cobertura vegetal	Desmante y despalle	Pérdida de superficie con vegetación	Preparación del sitio	Significativo	Moderado	Permanente residual	Acumulativo y sinérgico	Poca/mediana
Pérdida de individuos de flora	Desmante y despalle	Pérdida de individuos por remoción de la vegetación	Preparación del sitio	Significativo	Moderado	Mediana	Acumulativo	Mediana/alta
Erosión	Desmante y despalle	Pérdida/ erosión	Preparación del sitio	Significativo	Compatible	Corta	Acumulativo	Alta
Distribución de individuos de especies de fauna	Desmante y despalle	Distribución de individuos de fauna	Preparación del sitio	Poco	Moderado	Mediana	Acumulativo	Mediana
Especies en riesgo de fauna	Desmante y despalle	Especies en riesgo	Preparación del sitio	Poco	Compatible	Mediana	Acumulativo	Alta
Pérdida de individuos de especies de fauna	Desmante y despalle	Pérdida de individuos de fauna por atropellamiento	Preparación del sitio	poco	Moderado	Mediana	Acumulativo	Mediana
Incremento en los niveles de ruido ambiental	Desmante y despalle Compactación y nivelación y Perforación de pozo formación de la caverna y pruebas de hermeticidad	Niveles de ruido	Preparación del sitio construcción y operación	Poco	Moderado	Corta	Acumulativo y Sinérgico	Poca/Mediana
Hábitat	Desmante y despalle	Pérdida de hábitat	Preparación del sitio y construcción	Poco	Moderado	Mediana	Acumulativo	Mediana
Deterioro de la calidad del suelo	Compactación y nivelación Recepción y almacenamiento de gas LP y Transferencia y entrega al LPG ducto	Calidad del suelo	Preparación del sitio construcción y operación	Poco	Compatible	Permanente residual	Acumulativo	Mediana

IMPACTO	ACTIVIDAD CAUSAL (FUENTE DE CAMBIO)	SUBFACTOR-INDICADOR AMBIENTAL	ETAPA DE MANIFESTACIÓN	ATRIBUTOS DE RELEVANCIA				
				SIGNIFICANCIA	MAGNITUD PROMEDIO	PERSISTENCIA	ACUMULACIÓN	PROBABILIDAD DE CONTROL
	de 24" Cactus Guadalajara							
Deterioro de la calidad del aire	Desmante y despalle Compactación y nivelación Perforación de pozo formación de la caverna y pruebas de hermeticidad Recepción y almacenamiento de gas LP Transferencia y entrega al LPG ducto de 24" Cactus Guadalajara y Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente	Calidad del aire	Preparación del sitio construcción y operación	Poco	Moderado	Corta	Acumulativo	Alta
Deterioro de la calidad del agua superficial	Compactación y nivelación Recepción y almacenamiento de gas LP Transferencia y entrega al LPG ducto de 24" Cactus Guadalajara y Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente	Calidad del agua superficial	Preparación del sitio y construcción	Poco	Compatible	Corta	Acumulativo	Alta
Procesos hidrológicos subterráneo (manto freático)	Desmante y despalle	Recarga del agua subterránea	Preparación del sitio y construcción	Poco	Compatible	Corta	Acumulativo	Alta
Deterioro de la calidad visual del paisaje	Desmante y despalle Perforación de pozo formación de la caverna y pruebas de hermeticidad Recepción y almacenamiento de gas LP Transferencia y entrega al LPG ducto de 24" Cactus Guadalajara	Calidad visual	Preparación del sitio y construcción	Poco	Moderado	Permanente residual	Acumulativo y sinérgico	Poca

V.6. Descripción de los impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales, su significancia en cada etapa y su magnitud se procede a realizar la descripción y análisis de ellos. El análisis se presenta para cada impacto ambiental, describiendo los siguientes elementos:

- Impacto ambiental
- Medio, componente y factor afectados
- Índice de importancia por etapa y con color que determina la significancia asignada
- Descripción y justificación para dicha determinación
- Con base en la clasificación de los impactos negativos del proyecto, se reconocen únicamente tres como los efectos de mayor relevancia, debido a las altas calificaciones obtenidas en cuanto a significancia y magnitud:
 - Cobertura vegetal
 - Pérdida de individuos de flora
 - Erosión

V.6.1. Cobertura vegetal

Impacto:		Cobertura vegetal				
Subfactor - Indicador:		Flora				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	PUNTUAL	ACUMULATIVO	PERMANENTE	POCA-MEDIANA	MODERADO	SIGNIFICATIVO
Análisis:						

El retiro de vegetación que requiere el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” será únicamente para la superficie de la ubicación de los pozos o cavernas de almacenamiento de aproximadamente de 0.72 has por cada uno, el tipo de vegetación dominante en la zona de interés es de tipo de vegetación secundaria en diferentes estadios de regeneración, así como algunos manchones relictuales de las comunidades primarias, vegetación acuática, pastizales y áreas dedicadas al cultivo.



Los relictos de vegetación primaria presentan alteraciones en su estructura florística, ocasionada por la extracción de especies de valor comercial. Según la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), los relictos de agrupaciones vegetales primarias y secundarias, así como las diferentes formas de uso del suelo identificadas en la zona de conurbación son las siguientes:

Vegetación Primaria Terrestre

- Selva mediana perennifolia
- Selva mediana perennifolia con palmar

Vegetación secundaria

- Acahual de selva mediana perennifolia
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar de coco

Pastizales

- Pastizal con acahual de selva mediana perennifolia
- Pastizal con palmar
- Pastizal con palmar de coco
- Pastizal con árboles aislados
- Pastizal

El efecto se tipifica como directo y de incidencia significativa, toda vez que, aunque en la escala regional el desmonte requerido equivale a una proporción mínima comparada con la superficie del Sistema Ambiental, el retiro de la vegetación será inevitable.

Aun cuando la pérdida de cobertura vegetal es inevitable, la magnitud se valora como moderada ya que, además de que la extensión del impacto será local, el impacto analizado será reversible y su persistencia se considera mediana, debido a que se realizará el rescate y reubicación de las especies de interés biológico, medicinal y etnobotánico de las especies que se identifiquen bajo dichos criterios, así mismo a nivel regional y de las áreas del proyecto se llevarán a cabo actividades de restauración y revegetación de las áreas afectadas.

Teniendo en cuenta que la probabilidad de control del impacto es representativo, el efecto se valora como moderadamente significativo a nivel del sistema ambiental, a pesar de que es acumulativo en el ámbito regional,

ya no existe una reducción significativa de la cobertura vegetal por lo que no se compromete la integridad funcional del sistema ambiental, ni la continuidad de los procesos naturales en el entorno no perturbado.

V.6.2. Pérdida de individuos de flora

Impacto:		Pérdida de individuos de flora				
Subfactor - Indicador:		Flora				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	PUNTUAL	ACUMULATIVO	MEDIANA	MEDIANA-ALTA	MODERADO	SIGNIFICATIVO
Análisis:						

Los efectos potenciales sobre la diversidad de la vegetación se analizaron en relación con la actividad desmonte y despalle del terreno, dicha actividad tiene potencial de incidir de forma directa con la vegetación presente. De manera general el impacto resultante de los efectos individuales se estimó con valores de magnitud moderado y significativo. Para la determinación del nivel de magnitud se tuvieron en consideración los siguientes atributos de los efectos:

- El nivel de incidencia se estimó como mínimo para el desmonte y la limpieza no implicará la eliminación de ninguna especie que no tenga suficiente representación regional.
- En el caso de las especies de flora, el efecto del desmonte es directo en relación con los individuos que serán retirados, pero no lo está directamente relacionado con las especies involucradas.
- En cuanto a la extensión, teniendo en cuenta la naturaleza de las actividades, se considera que el alcance de los efectos es local, pero no trascenderá los límites del área de influencia del proyecto (Sistema Ambiental).
- La duración de los efectos se estimó como media, ya que cualquier alteración de la diversidad que pueda ocasionar el proyecto será reversible en el mediano plazo, especialmente para el desmonte y despalle, puesto que la restitución de la vegetación se iniciará cuando aún se realicen las operaciones del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, debido al tipo de clima y a la alta precipitación existente por ser una región costera.
- En cuanto a la vegetación, la reversibilidad del impacto también puede darse de manera natural, pero igualmente, la restauración del sitio se orientará hacia la recuperación de la composición florística.

Por lo que toca a la valoración de la significancia de los efectos individuales y el impacto global, se tuvieron en cuenta diversas consideraciones que se exponen a continuación:

- La existencia en la zona de impactos previos sobre la biodiversidad regional, resultantes de la disminución de la cobertura vegetal y el desarrollo de actividades pecuarias en el pasado, hace necesario considerar el potencial de acumulación que tienen las actividades pretendidas en el contexto espacial.
- Del análisis de la composición florística y faunística registrada para el sistema ambiental y para los sitios de ocupación de los componentes del proyecto, se desprende que la diversidad de flora es menor debido a la perturbación ecosistémica que exhibe, con respecto a la que existe en áreas adyacentes que ostentan menor alteración.

De ello se concluye que, si bien los efectos del proyecto son potencialmente acumulables al impacto preexistente en los sitios de intervención, aun cuando la fragilidad de la vegetación, en cuanto a su diversidad se califique como significativa, la magnitud es moderada. Adicionalmente, teniendo en cuenta que los efectos potencialmente adversos sobre la diversidad de flora continental pueden ser prevenidos mediante medidas que ha incorporado el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, como el rescate biológico, la creación y operación de un vivero, la restauración y reforestación de las áreas perturbadas y el desarrollo de un plan de seguimiento ambiental, se estima que el proyecto no pondrá en riesgo la cobertura vegetal existente del área en el contexto regional que se analiza.

V.6.3. Erosión

Impacto:		Pérdida de suelo por procesos erosivos				
Subfactor - Indicador:		Erosión				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	MEDIANA	MEDIANA	COMPATIBLE	SIGNIFICATIVO
Análisis:						

La pérdida de suelo es un efecto temporal del desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” que se relaciona con:

- Desmonte y limpieza del terreno;

El efecto se valoró con magnitud compatible y significancia, en razón de los siguientes atributos:

- Se tipifica como indirecto o secundario por cuanto se refiere a desmonte y despalle del terreno, ya que la pérdida de cobertura vegetal no es causa directa del impacto, pero sí favorece los procesos erosivos que conducen a él.

- Aunque la eliminación de suelo podría -en otras circunstancias- considerarse como un efecto de alta intensidad, en el caso particular del proyecto, el efecto es temporal y completamente reversible, ya que se considera realizar la recuperación del suelo, su conservación y mejoramiento, para ser restituido a los sitios afectados.
- Para la infraestructura complementaria y asociada, el efecto es indirecto e inducido por la modificación del relieve que conlleva su conformación.
- Conforme se desarrolle el avance gradual de las operaciones, cada área que se libere de los trabajos será sometida a un plan de restauración y reforestación, que permitirá generar una cubierta vegetal protectora en el terreno expuesto, atenuando así la incidencia de procesos de erosión hídrica y eólica.
- Por último, las pendientes existentes totalmente planas en el área del proyecto (1° a 5°) que son pendientes suavemente inclinadas, ayuda a que la pérdida de suelo sea mucho menor a la de la existentes en pendientes mayores.

V.6.4. Distribución de los individuos de fauna

Impacto:		Distribución de individuos de fauna				
Subfactor - Indicador:		Desplazamiento y abundancia de individuos de fauna				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	MEDIANA	MEDIA	Moderado	Poco
Análisis:						

En los sitios donde se desarrolla una actividad antropogénica, como lo son las actividades industriales, el desplazamiento de la fauna silvestre siempre existe, debido a dos causas principales, por la pérdida de la cobertura vegetal, que conlleva a tener menos espacios de refugio y descanso y el ruido y tránsito constante hacia las áreas de trabajo.

En el caso del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, el desplazamiento de la fauna es un impacto que puede contralarse mediante un desplazamiento de los individuos fuera de los sitios que serán desmontados; por el alejamiento de las zonas que se encuentren dentro del radio de perturbación por ruido y tránsito del tráfico y actividades de operación del proyecto.

Considerando lo señalado, una actividad del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” se analiza por sus efectos potenciales sobre el desplazamiento de fauna:

- Desmonte y despalme del terreno

En relación con el desmonte y despalme del terreno, el efecto sobre el desplazamiento de fauna es de tipo difuso, hacia sitios sin perturbación, el cual resulta de la pérdida de hábitat en las áreas donde se retire la vegetación (Tabla V.14).

Tabla V. 1. Red de análisis de la relación causa-efecto entre el desmonte y despalme y la abundancia de fauna silvestre

Actividad del proyecto	Desmonte
↓	
Impacto Primario	Pérdida de cobertura vegetal
↓	
Impacto Secundario	Reducción de hábitat
↓	
Impacto Terciario	Desplazamiento de fauna silvestre
↓	
Impacto Cuaternario	Disminución de la abundancia de fauna

En cuanto al despalme y despalme del terreno, el impacto es también inducido y se asocia con la perturbación del hábitat como consecuencia del ruido causado por el tránsito del equipo que transporta el suelo recuperado (tabla V.15).

Tabla V. 2. Red de análisis de la relación causa-efecto entre la recuperación de la capa vegetal y la abundancia de fauna silvestre

Actividad del proyecto	Recuperación capa vegetal
↓	
Impacto Primario	Generación de ruido
↓	
Impacto Secundario	Perturbación de hábitat
↓	
Impacto Terciario	Desplazamiento de fauna silvestre
↓	
Impacto Cuaternario	Disminución de la abundancia de fauna



Los efectos se valoran con incidencia o grado de perturbación alto, no solamente porque la tendencia de la fauna será a desplazarse fuera de las áreas perturbadas por el desmonte, el ruido o el trasiego frecuente en el camino de acceso, sino porque el propio Programa de Rescate que se implementará antes de realizar cualquier intervención física en los sitios, inducirá el alejamiento de los individuos de dichas zonas con el propósito de evitar su exposición a condiciones que puedan ser de riesgo para su integridad.

La extensión del impacto en todos los casos es local, debido a que las actividades inducirán el desplazamiento de la fauna hacia áreas de menor perturbación, pero no más allá del área de influencia delimitada (Sistema Ambiental Regional).

Aunque existe certidumbre de la afectación, el impacto es reversible y de duración media, ya que la persistencia del efecto sólo se mantendrá mientras se realicen las actividades generadoras de disturbio ambiental; una vez que éstas cesen y a medida que se desarrolle la restauración de las áreas afectadas, se generarán condiciones ambientales favorables para el retorno de los animales y la progresiva recuperación de la abundancia.

La combinación de los atributos mencionados aporta magnitudes moderadas, tanto a los efectos individualizados como al impacto global. No obstante, el impacto se cataloga como significativo, en razón de que se trata de efectos acumulativos y sinérgicos, en donde se maneja una mínima probabilidad de control y la fragilidad del componente se valora como alta.

Respecto a la probabilidad de control, es preciso señalar que el desplazamiento de la fauna fuera del área de actividades del proyecto es un efecto temporal, indeseable pero necesario, ya que la inducción de su alejamiento de las áreas de construcción, caminos y sitios de operaciones mineras, constituye una condición favorable para la integridad física de los animales, al evitar su exposición a eventuales riesgos.

Como se señaló, la persistencia del impacto será temporal, aunque de duración media, condicionada al tiempo que se realicen las actividades, principalmente las de construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento, debido a la cantidad de personal y maquinaria que participa en ella, disminuyendo ésta al momento en que inicie la etapa operativa.

De acuerdo con lo anterior, aunque la abundancia de fauna en las áreas de trabajo disminuirá, esto no ocurrirá en el contexto del SA; dada la magnitud moderada del impacto, no se considera que el proyecto pueda comprometer la viabilidad y abundancia de las poblaciones de fauna que se presentan en el área.

**V.6.5. Pérdida de los individuos de fauna y disminución individuos de especies en algún estatus de protección.**

La pérdida de individuos de fauna es un impacto ambiental directo que esta estrechamente ligado a la remoción de la vegetación, especialmente para aquellas especies de lento desplazamiento, que pueden ser atropelladas por el uso de la maquinaria y equipo, así como de la matanza, caza y la captura de especies de fauna por los trabajadores o contratistas.

La pérdida de superficies con vegetación, también ocasiona el desplazamiento de especies de fauna, lo que origina que se movilicen hacia áreas con superficies de cubierta vegetal, ocasionando que crucen los caminos y carreteras existentes, originando que sean atropelladas por el tráfico vehicular existente.

Durante las actividades de desmonte y despalme, así como durante la construcción y operación del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” podrían verse afectadas algunas especies de fauna, incluyendo aquellas enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Para el caso del área del proyecto, se registraron un total de 17 individuos, distribuidos nueve familias, 10 géneros y 10 especies. De estas especies, tres de reptiles se reportan bajo Protección Especial de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla V. 14. Especies protegidas y/o listadas bajo alguna categoría de riesgo

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
<i>Corytophanidae</i>	<i>Corytophanes hernandezii</i>	Turipache de Hernandez	Pr
<i>Elapidae</i>	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	Pr
<i>Iguanidae</i>	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr

El grupo de los reptiles presenta siete individuos con un total de cinco especies, seguido de los mamíferos con ocho individuos en tres especies y el grupo de las aves, con dos individuos y dos especies.

Porcentualmente, tenemos a los mamíferos con el 47 %, seguido de los reptiles con el 41 % y con el 12 % se encuentran las aves.

REPTILES: Un total de siete individuos distribuidos en cinco familias, cinco géneros y cinco especies. La especie más abundante es la iguana verde (*Iguana iguana*) con tres registros, en tanto que el resto de las especies sólo fue registrado en una ocasión.

AVES: dos individuos pertenecientes a dos familias, 2 géneros y 2 especies, siendo el grupo de menor representatividad en cuanto a fauna.



MAMÍFEROS: ocho individuos pertenecientes a dos familias, tres géneros y tres especies.

Dentro del grupo de los mamíferos, el tlacuache cuatro ojos (*Philander opossum*) fue el de mayor abundancia con cuatro registros, seguido del tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) con tres registros y el conejo (*Sylvilagus cunicularius*) con un registro.

En general, las especies de fauna reportadas tanto en sistema ambiental como en predio son especies que han logrado sobrevivir en hábitats mediana y fuertemente alterados, las aves con alta posibilidad de desplazamiento en grandes distancias, los anfibios sólo se reportan para el sistema ambiental; los reptiles que son más especies para el predio, bien puede ser debido a la formación de micro hábitat y/o aislamiento, mientras que las especies de mamíferos, se han ido adaptando a las perturbaciones de origen antrópico.

El impacto debido a naturaleza se considera de magnitud moderada, acumulativo por la existencia de las fases anteriores de otros proyectos en el municipio de Nanchital, Ixhuatlán del Sureste o cercanos al municipio, local y dada la presencia de grupos de avifauna de interés de poco significativo, es de suma importancia se contemple llevar a cabo el Rescate y Reubicación de fauna correspondiente, con lo cual se mitigará de cierta medida el daño que pudiera causarse a la fauna que se llegue a encontrar dentro del proyecto durante las fases de construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento de GLP y la operación de este.

V.6.6. Incremento en los niveles de ruido.

Impacto:		Incremento de los niveles de ruido				
Subfactor - Indicador:		Confort sonoro				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	MODERADA	MODERADA	Moderado	Poco
Análisis:						

El aumento de decibeles en el ambiente ocasionado por la preparación, construcción y operación del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” producirá una alteración al confort sonoro, lo que representa un impacto ambiental.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción es necesario el uso de equipo y maquinaria tanto pesada como ligera, y los cuales producirá niveles de ruido que se percibirán mayormente en el sitio donde se encuentren operando estos equipos. Cabe mencionar que en estas etapas el ruido solo se producirá en días y horarios laborales adecuándose a la **NOM-081-SEMARNAT-1994**, que marca que el nivel de ruido será de 68 dB(A) durante un horario comprendido entre las 6:00 y 22:00 horas y de 65 dB(A) durante las 22:00 a 6:00



horas; salvo cuando se utilice la maquinaria pesada se alcanzaran hasta 95 dB(A) a 1 m de la fuente, de manera temporal y por periodos cortos de tiempo.

En este sentido, dentro del área del proyecto y en sus cercanías no se encuentran centros de población o asentamientos humanos, la zona se encuentra abierta y libre, por lo que el ruido puede ser dispersado rápidamente. Por ello, bajo el contexto anterior, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de alteración al confort sonoro es valorado de acuerdo a la magnitud y significancia como poco significativo.

V.6.7. Habitat.

Impacto:		Hábitat				
Subfactor - Indicador:		Pérdida de hábitat				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	MEDIANA	MEDIA	Moderado	Poco
Análisis:						

La delimitación de las áreas de trabajo; para las actividades de preparación del sitio y construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento y su posterior operación, modificarán el hábitat, lo que representa un impacto ambiental.

La fragmentación de la conectividad y pérdida de hábitat son dos de las principales amenazas a la biodiversidad, en este sentido la implementación del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” y las actividades antropogénicas que este conlleva, generan la modificación del hábitat, por lo que se puede considerar como una pérdida de hábitat natural.

Asimismo, la modificación de hábitat puede ocurrir como resultado de varios factores o acciones, como pueden ser la presencia humana, de maquinaria; procesos de construcción (pozos o cavernas de almacenamiento), y otros elementos de infraestructura del sitio para la operación del almacenamiento de GLP; además de la generación de ruido (operación de maquinaria y equipo) que perturba y desplaza a la fauna (Langston y Pullan, 2003).

Referente al impacto de modificación de hábitat, este se producirá durante la etapa de preparación del sitio, al llevar a cabo las actividades de desmonte para las superficies destinadas a las obras e infraestructura del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, ya que la remoción de vegetación no solamente afectará a la vegetación existente en el área del proyecto “Almacenamiento de



Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” (vegetación secundaria con grado de regeneración), sino también a la fauna la cual necesita de un espacio para vivir. Las especies de fauna requieren un hábitat que les ofrezca agua, alimento, una cobertura vegetal que los proteja de amenazas exteriores y un espacio donde puedan desplazarse, y los cuales satisfagan sus necesidades reproductivas, fisiológicas y de nutrición. Por lo que, al momento de realizar la remoción de cobertura vegetal en el área de proyecto, estos elementos se verán reducidos y modificarán al hábitat.

En este sentido, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de modificación del hábitat referente a la preparación del sitio, es valorado como significativo debido al porcentaje de cobertura vegetal a remover y por lo tanto hábitats modificados, sin embargo se garantiza mantener los hábitats existentes del SA e implementar diversos programas (Capítulo VI) con los cuales se minimice y mitigue dicho impacto.

Respecto al impacto de modificación al hábitat, en la etapa de construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento y operación, este se dará principalmente por la instalación de la infraestructura y la operación de estos, siendo elementos que de manera inmediata modificaran la presencia de organismos, así como su distribución lo que conlleva a la modificación del hábitat, este impacto se considera que decrecerá respecto a su magnitud con el paso del tiempo, debido a la adaptación y familiarización de los individuos con la infraestructura y emisiones sonoras. Por lo que, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de modificación al hábitat es valorado como poco significativo.

Asimismo, con independencia de la significancia de los impactos, en el Capítulo VI, se presentan diversos programas que minimizaran y mitigaran el impacto a la modificación del hábitat, así mismo coadyuvaran al pronto restablecimiento del hábitat (medidas de reubicación, reforestación, etc.).

V.6.8. Deterioro de la calidad del suelo.

Impacto:		Suelo				
Subfactor - Indicador:		Calidad del suelo				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	RESIDUAL	MEDIA	Moderado	Poco
Análisis:						



El deterioro de la calidad del suelo es un impacto potencial de todo proyecto en desarrollo. En el caso que se analiza, existen tres actividades que tienen potencial para generar ese efecto:

- Compactación y nivelación,
- Recepción y almacenamiento de gas LP y
- Transferencia y entrega al LPG ducto de 24” Cactus-Guadalajara.

El impacto se considera indirecto, ya que la manifestación del efecto es dependiente de condiciones que no son inherentes a la actividad misma y está condicionada por factores como la duración del uso, en el caso de las instalaciones, parámetros constructivos de las instalaciones y tanque de almacenamiento, o el estado operativo de la maquinaria. Todos los factores mencionados son susceptibles de control.

La valoración de la magnitud de los efectos es compatible, en el caso de la operación de maquinaria y el almacenamiento de combustible, pero moderada para las actividades de mantenimiento de los equipos y accesorios de los pozos o cavernas de almacenamiento. En el primer caso, los impactos individuales se califican con mínima probabilidad de ocurrencia, extensión puntual y corta duración.

La calidad del suelo se ve afectada por diferentes actividades y acciones, como pueden ser el manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos trayendo consigo su contaminación, así como la compactación del mismo por la construcción de las cavernas o pozos, dichas actividades y acciones podrían causar la alteración a la calidad del suelo, lo que representa un impacto ambiental.

Por Contaminación

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción serán generados residuos sólidos y líquidos derivados de las diferentes actividades involucradas en estas etapas para el desarrollo del proyecto (instalación de obras e infraestructura y uso de maquinaria).

Durante la etapa de mantenimiento del proyecto, el suelo también podrá verse contaminado al momento de realizar los recorridos de inspección, ya que será necesario utilizar vehículos.

Se estima que los residuos a generar por el proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable**” serán los siguientes:

Residuos sólidos

Los residuos orgánicos provenientes del personal de obras como comida, residuos derivados de los materiales de construcción como cimbra, placas y/o varillas de acero, cartones, cemento. El almacenamiento de éstos se hará en contenedores diferentes para cada uno de ellos, y los cuales se pondrán a disposición de una empresa



concesionada y autorizada para su adecuado manejo. El inadecuado manejo de estos residuos o la ausencia de medidas de prevención, podría ocasionar la contaminación al suelo.

Residuos líquidos

Los residuos provenientes de la maquinaria pesada como combustibles, aceites, hidrocarburos y lubricantes, pudieran representar riesgos por derrames accidentales al suelo.

Los residuos derivados de la construcción e instalación de obras como serian aditivos, soldaduras, solventes y lubricantes. El almacenamiento de estos residuos se hará en contenedores diferentes para cada uno de ellos, para que después se pongan a disposición de una empresa concesionada y autorizada para su adecuado manejo. El inadecuado manejo de estos residuos, o la ausencia de medidas de protección, pueden ocasionar la contaminación del suelo por derrames accidentales al suelo.

Los residuos derivados de los baños portátiles. Cabe mencionar que las aguas residuales provenientes de los baños portátiles serán puestas a disposición de una empresa concesionada y autorizada; sin embargo, ante la ausencia de mantenimiento a estas instalaciones se pudiera ocasionar la contaminación al suelo por este tipo de residuos.

No obstante, se proponen medidas de prevención y mitigación para minimizar la alteración de la calidad de suelo por contaminación.

Por compactación

Si bien la compactación del suelo se llevara a cabo principalmente en las etapas de operación y mantenimiento, debido al tránsito constante y paso de vehículos, es de considerar que la zona estará previamente impactada por las actividades de preparación y construcción (cimentación de infraestructura), así mismo en esta última etapa se consideran la construcción de caminos internos y entronques previamente definidos para puntualizar dicho impacto.

En este sentido, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable**” y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de alteración de la calidad del suelo es valorado como poco significativo, a pesar de lo anterior, se pretende la implementación de medidas de prevención con el fin de que el proyecto no afecte los procesos edafológicos del SA.

V.6.9. Deterioro de la calidad del aire.

Impacto:	Aire



Subfactor - Indicador:		Calidad del aire				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	RESIDUAL	MODERADO	Moderado	Poco
Análisis:						

La calidad del aire en el área donde se sitúa el proyecto podrá verse afectada negativamente como consecuencia de diversas actividades que se desarrollarán a lo largo de la vida útil del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”:

- Desmonte y despalme,
- Compactación y nivelación,
- Perforación de pozo, formación de la caverna y pruebas de hermeticidad,
- Recepción y almacenamiento de gas LP,
- Transferencia y entrega al LPG ducto de 24” Cactus-Guadalajara-Zapotlanejo, y
- Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente.

La operación de maquinaria y el traslado por el acarreo y construcción de la infraestructura complementaria y asociada a la perforación de los pozos, podrán afectar la calidad del aire debido a la emisión de gases de combustión, mientras que el efecto del desmonte y limpieza del terreno; se relaciona con la generación de partículas suspendidas (polvos).

El grado de perturbación o incidencia de las actividades individuales se considera mínimo, fundamentalmente debido a la limitada extensión en que ocurrirán dichas actividades con respecto a la superficie total del área de influencia del proyecto, así como a su duración y la alta probabilidad de control a través de diversas medidas que serán implementadas.

En todos los casos la probabilidad de que las actividades ocasionen el deterioro de la calidad del aire existen; no obstante, además de ser completamente reversible, la empresa cuenta con previsiones que atenuarán el efecto, como es el mantenimiento preventivo y oportuno de toda la maquinaria y equipo que asegurarán su óptimo funcionamiento y la limitación de las emisiones contaminantes dentro de valores aceptables por la normatividad; el riego de los caminos de mina o la restauración progresiva de algunos sitios.



Considerando las valoraciones anteriores y el hecho de que el efecto es totalmente reversible, la magnitud del impacto -resultante de la ejecución gradual o simultánea de todas las actividades causales analizadas- es moderada.

Por cuanto toca a la valoración de la significancia del impacto, ésta se califica como poca, toda vez que, aunque el efecto individual de todas las actividades es potencialmente acumulativo entre sí, la fragilidad del componente es baja, ya que el sitio del proyecto y su área de influencia se localizan en una cuenca atmosférica abierta, en donde la circulación del viento genera condiciones muy favorables a la dispersión de las partículas suspendidas y gases contaminantes que pudieran aportarse.

Esa condición, sumada a la alta probabilidad de control que se tiene de las emisiones, permiten calificar al impacto como poco significativo. Adicionalmente se tiene que independientemente de su magnitud y significancia, la empresa ha previsto realizar un programa de monitoreo de la calidad del aire en el área, a través del cual será posible detectar con oportunidad cualquier variación de ésta que amerite la aplicación de medidas de control o atenuación.

V.6.10. Deterioro de la calidad del agua superficial.

Impacto:		Agua				
Subfactor - Indicador:		Calidad del agua superficial				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	RESIDUAL	MEDIA	Moderado	Poco
Análisis:						

Las actividades que originan este impacto en el proyecto son: Compactación y nivelación, Recepción y almacenamiento de gas LP, Transferencia y entrega al LPG ducto de 24" Cactus-Guadalajara-Zapotlanejo y Desmantelamiento y limpieza de la infraestructura existente.

La inadecuada disposición o almacenamiento temporal de residuos sólidos y líquidos, así como el derrame de sustancias ocasionado por algún evento hidrometeorológico, podrían causar la contaminación del agua superficial, lo que representa un impacto ambiental.

Considerando que el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” se localiza en el municipio de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste, existen posibilidades de ser afectado por algún evento hidrometeorológico extraordinario (tormentas tropicales, huracanes, nortes) durante el proceso de



construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento la arrastrar los lodos de perforación o los residuos almacenados.

En este sentido y de existir algún evento de esta índole y de no contar con las medidas de seguridad respecto al resguardo de sustancias, se podría ocasionar un derrame que contaminaría dichas escorrentías superficiales.

Existen áreas que se consideran de inundación extraordinaria, debido a la presencia de suelos tipo de baja permeabilidad, considerando que las características de los mismos (arcillas) evitan la rápida filtración del agua por lo que se generan estancamientos.

Por lo anterior, se considera que ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y de intensidad considerable se podrían generar inundaciones.

En este sentido se tienen que clasificar los tipos de residuos, mismos que se generan principalmente en la etapa de construcción.

Por ello, bajo el contexto anterior, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de contaminación del agua superficial es valorado como poco significativo.

V.6.11. Reducción de la capacidad de infiltración del agua de lluvia al acuífero.

Impacto:		Agua				
Subfactor - Indicador:		Reducción de la capacidad de infiltración de agua				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	RESIDUAL	MODERADO	Moderado	Poco
Análisis:						

La pérdida de la vegetación en algunas áreas dentro del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable**”, sin lugar a dudas reduce la capacidad de infiltración de agua lluvias, sin embargo dada su ubicación dentro del acuífero Costera de Coatzacoalcos

Su uso está destinado principalmente al abastecimiento de agua potable e industria, concentrándose en Minatitlán, considerables abatimientos por el bombeo permanente y la gran cantidad de pozos en explotación. Tiene una extensión de 8,670 Km², se considera del libre, aunque presenta semiconfinamiento local. El flujo sigue una dirección hacia el Norte y su nivel estático es variable, encontrándose entre los 10 y 30 m de profundidad. Este acuífero tiene características físico – químicas que permiten su utilización para cualquier fin



y no presentar síntomas de contaminación por agua salada a pesar de cercanía con el mar y el río de Coatzacoalcos.

La extracción es de 35.80 Mm³/año, mientras su recarga es de 172.10 Mm³/año. Este acuífero existen 249 pozos, de los cuales 108 son para uso industrial, 65 para uso público-urbano, 17 para uso agrícola y pecuario y 59 para otros usos; los cuales van desde 12.87 Mm³/año en uso industrial hasta 22.72 Mm³/año para uso público-urbano mientras que para otros usos se extraen 0.20 Mm³/año.

De acuerdo a lo anterior, el balance de aguas subterráneas de cada acuífero se basa en los coeficientes de recarga y descarga y almacenamiento de las superficies identificadas y los materiales suelo/roca que aflora o subyacen.

Por ello, bajo el contexto anterior, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de contaminación del agua superficial es valorado como poco significativo.

V.6.12. Deterioro de la calidad del paisaje.

Impacto:		Paisaje				
Subfactor - Indicador:		Calidad visual				
Carácter	Extensión	Acumulación	Persistencia	Control	Magnitud	Significancia
ADVERSO	LOCAL	ACUMULATIVO	RESIDUAL	MEDIA	Moderado	Poco

Dada la naturaleza de las obras y actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, existe un cambio visual en el Sistema Ambiental, que de manera directa interactúa con las condiciones futuras en relación a su condición original en el área del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” que originan cambios de manera progresiva por la dinámica antropogénica que incide el proyecto durante su vida útil, sumado a los otros impactos acumulativos como lo es la actividad petrolera e industrial que se desarrolla en los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste, se refleja directamente un cambio en las condiciones naturales, por lo que es considerado un impacto al componente perceptual, cuyas obras y actividades inciden en el cambio antes mencionado son:

- Desmonte y despalme,
- Perforación de pozo, formación de la caverna y pruebas de hermeticidad,
- Recepción y almacenamiento de gas LP, y
- Transferencia y entrega al LPG ducto de 24” Cactus-Guadalajara-Zapotlanejo



La modificación del paisaje en primera instancia por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente, como lo son los pozos de almacenamiento de GLP, así como de la infraestructura superficial para su correcto funcionamiento, los cuales no serán fácilmente absorbidos por el entorno, además de que serán eliminados los elementos originales que daban la calidad y fragilidad del paisaje en el sitio del Proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”**. El impacto visual será observado en diferente magnitud en las diferentes zonas, ya que no todas serán modificadas en su totalidad, sin embargo, el efecto visual será más perceptible.

Las obras implícitas en el proyecto inducirán a la modificación del paisaje natural. Específicamente, la remoción de la vegetación existente, aún y cuando el uso de suelo determinado sea industrial, no sólo tiene implicaciones negativas en la cantidad de recursos, sino también en su arreglo espacial en el paisaje. En esencia, el cambio en la configuración espacial de los ecosistemas modifica la distribución espacial de los recursos, haciéndolos más inaccesibles y frágiles, con consecuencias en la reducción de la diversidad biológica.

Durante las etapas entrará maquinaria, materiales y personal al sitio, ejecutando diversas actividades que estarán causando deterioro en los factores ambientales como son el suelo, aire, vegetación y fauna contribuyendo a la fragilidad visual y disminuyendo la calidad paisajística que presenta el sitio del Proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** de manera natural.

Los cambios en los ecosistemas y en el paisaje provocados por actividades de origen humano, tales como la remoción de la vegetación son reconocidas como las principales causas por las que la regulación climática pudiera estar en riesgo, y sus efectos podrían alterar la integridad y calidad de vida de las poblaciones humanas. En el caso específico de este Proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”**, los efectos conocidos por la remoción de la vegetación serán: impactos sobre la captura de carbono, retención e infiltración de agua, interacciones climáticas, regulación de ciclos biogeoquímicos, así como disminución de la biodiversidad, los cuales serán evidentes en el área ocupada por el Proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”**.

Por ello, bajo el contexto anterior, de acuerdo con la dinámica de crecimiento de los asentamientos humanos y del desarrollo industrial en los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del sureste, el índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de contaminación del agua superficial es valorado como poco significativo.

V.7. Conclusiones.

El Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, tal como lo señala el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que a la letra dice:



ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

Se establece con la finalidad de identificar, evaluar y describir sus impactos ambientales negativos para establecer medidas (Capítulo VI) que reduzcan o se eviten en beneficio del medio ambiente, que fue lo que se realizó en el presente capítulo, por lo que, la evaluación de impacto ambiental se enfoca en el impacto significativo o relevante que puedan recibir de manera negativa los componentes ambientales con cada una de las actividades y obras del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”.

Por lo que con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” ocasionará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa.

Considerando los resultados de los análisis, se identificaron cuáles son los impactos significativos y no significativos por etapa del proyecto que puedan afectar la integridad y el estado actual del SA, así como aquellos que, teniendo la correcta aplicación de medidas de prevención y de mitigación, pueden mitigar su intensidad. También se pudo identificar que impactos ambientales podrían o no afectar los procesos ambientales que interactúan en el SA, los cuales se resumen a continuación:

Suelo

- Erosión /pérdida de suelo,
- Calidad del suelo.

Aire

- Calidad del aire,
- Niveles de ruido (Confort sonoro).

Agua

- Procesos hidrológicos subterráneos (recarga del acuífero),
- Calidad del agua superficial.



Biodiversidad

- Cobertura vegetal,
- Pérdida de individuos de flora,
- Distribución de individuos de fauna
- Pérdida de individuos de fauna, y
- Especies en riesgo de fauna.

Ecosistemas

- Hábitat

Perceptual

- Calidad visual

De los resultados obtenidos se observa que el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, se puede concluir lo siguiente:

- En las etapas de mayor intensidad del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” donde se producirán la mayoría de los impactos ambientales adversos identificados, son la preparación del sitio y construcción, posteriormente en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”, los impactos ambientales adversos producidos disminuyen en número en componentes ambientales.
- El impacto de remoción de la cobertura vegetal en el área del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” de manera sinérgica incide en diferentes impactos como son la pérdida y erosión del suelo, la modificación al hábitat, el desplazamiento y pérdida de individuos de fauna y flora. Estos impactos ambientales adversos son permanentes en las áreas de la infraestructura de obra civil, pero será mínimo en aquellas áreas donde existen obras asociadas temporales. Con base en la congruencia y cohesión del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” no pone en riesgo la biodiversidad y ecosistemas del SA, garantizando su continuidad funcional.
- Los impactos adversos en el componente aire, como lo es la calidad del aire y la modificación del confort sonoro, en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable” serán bajos debido a las características del

uso de la maquinaria y equipos, en cuanto a los niveles de reducción de ruido así mismo se adecuarán a las normas mexicanas establecidas por las autoridades competentes, por lo que no implica un desequilibrio en el confort sonoro. En cuanto el uso de la maquinaria y el equipo en la etapa de preparación del sitio y construcción se mantendrán bajos y su impacto será temporal y reversible debido a la excelente capacidad de asimilación y dispersión de los contaminantes bajo la velocidad de vientos que representa la zona.

- El impacto sobre la fauna silvestre, se considera como poco significativo, sin embargo, dada las características de las poblaciones presentes en el sitio (residentes), sus hábitos alimenticios, reproductivos y preferencias de hábitat, minimizan los riesgos del uso de hábitat del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”**. Asimismo, las características de diseño del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”**, así como las diferentes medidas y programas preventivos, de mitigación y compensación que se pretenden implementar, coadyuvan directamente para que dicho impacto no ponga en riesgo las poblaciones presentes o las haga propensas a un umbral de eliminación. Por lo que no se pone en riesgo la presencia y viabilidad de las poblaciones de fauna silvestre.
- El desarrollo del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** no representa un riesgo para la integridad y funcionalidad de los ecosistemas y áreas prioritarias cercanas como son la RTP y AICAS. Lo anterior, a que su injerencia es nula dentro de estas áreas, así como las actividades del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** no son semejantes a las principales presiones a las que se encuentran sometidas.

Por último, en el Capítulo VI, se presentan las medidas que están implementadas y son necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de manejo y gestión ambiental, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto, que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SA delimitado.



ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

CAPITULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.

PREPARADO PARA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL
(AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA))





CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	6
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	8
VI.2. Impactos residuales.....	17
VI.2.1. Programas de Educación Ambiental	17
VI.2.1.1. Impactos ambientales que atienden.....	17
VI.2.1.2. Objetivo	18
VI.2.1.3. Acciones concretas	18
VI.2.1.4. Estrategias ambientales.....	19
VI.2.1.5. Diseño e impartición de talleres y cursos de capacitación ambiental	19
VI.2.1.6. Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales	20
VI.2.1.7. Cronograma de actividades	21
VI.2.1.8. Indicadores de cumplimiento del programa	22
VI.2.2. Programa de Manejo Integral de Residuos.....	22
VI.2.2.1. Impactos ambientales que atiende.....	22
VI.2.2.2. Objetivo	23
VI.2.2.3. Campo de aplicación.....	23
VI.2.2.4. Documentos de referencia	23
VI.2.2.5. Acciones específicas.....	23
VI.2.2.5.1. Estrategia de Residuos no peligrosos y de manejo especial	24
VI.2.2.5.2. Estrategia de Residuos domésticos	25
VI.2.2.5.3. Estrategia de Residuos peligrosos	25
VI.2.2.6. Responsables del programa	31
VI.2.2.7. Indicadores del cumplimiento.....	32
VI.2.3. Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	33
VI.2.3.1. Impactos ambientales que atiende.....	33
VI.2.3.2. Objetivo	33
VI.2.3.3. Estrategias generales.....	34
VI.2.3.3.1. Acciones de rescate y reubicación de especies.....	34
VI.2.3.3.1.1. Personal técnico responsable de la ejecución.....	34
VI.2.3.3.1.2. Acciones de rescate.....	34
VI.2.3.3.1.3. Delimitación del área por afectar	35
VI.2.3.3.1.4. Recorridos de identificación	36
VI.2.3.3.1.5. Acciones de ahuyentamiento	36
VI.2.3.3.1.6. Identificación de sitios alternativos de refugio	36
VI.2.3.3.1.7. Rescate de individuos	38
VI.2.3.3.1.8. Reubicación de sitios alternativos.....	45
VI.2.3.3.1.9. Registro en bitácora	45
VI.2.3.3.1.10. Elaboración de reporte de actividades.....	45
VI.2.3.3.1.11. Actividades de monitoreo.....	46
VI.2.3.3.1.12. Indicadores de seguimiento	49
VI.2.3.3.1.13. Cronograma de actividades	49
VI.2.4. Programa de rescate y reubicación de flora	50

VI.2.4.1. Impactos ambientales que atiende.....	50
VI.2.4.2. Objetivo	50
VI.2.4.3. Acciones propuestas.....	51
VI.2.4.4. Personal especializado requerido	51
VI.2.4.5. Actividades de rescate	51
VI.2.4.5.1. Material y equipo.....	51
VI.2.4.5.2. Rescate	52
VI.2.4.5.3. Técnicas de trasplante	55
VI.2.4.5.4. Lugar de reubicación.....	56
VI.2.4.5.5. Evaluación y seguimiento.....	56
VI.2.4.5.6. Bitácoras de registro de rescate y reubicación de flora	56
VI.2.4.6. Indicadores de realización de las medidas de rescate y reubicación de especies de flora	58
VI.2.4.7. Indicadores de eficacia de las medidas de rescate y reubicación de especies de flora.....	58
VI.2.4.8. Procedimiento para dar seguimiento a la sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados.....	59
VI.2.4.9. Cronograma de actividades	60
VI.2.6. Programa de Reforestación	61
VI.2.6.1. Impactos ambientales que atiende.....	61
VI.2.6.2. Objetivo	62
VI.2.6.3. Planeación de la reforestación	62
VI.2.6.4. Selección del sitio a reforestar	62
VI.2.6.5. Criterios de selección del sitio a reforestar	63
VI.2.6.6. Elección de las especies a reforestar	63
VI.2.6.7. Listado de las especies a reforestar.....	63
VI.2.6.8. Densidad y arreglo de la reforestación.....	66
VI.2.6.8.1. Arreglo de la reforestación	66
VI.2.6.8.2. Maniobras de la reforestación	67
VI.2.6.9. Monitoreo de los indicadores de seguimiento	70
VI.2.6.10. Responsables de las acciones.....	71
VI.2.6.11. Seguimiento por un período de cinco años.....	71
VI.2.6.12. Cronograma de actividades	72
VI.2.7. Programa de Restauración y Conservación del Suelo	73
VI.2.7.1. Impactos ambientales que atiende.....	73
VI.2.7.2. Objetivo	74
VI.2.7.3. Meta	74
VI.2.7.4. Responsables del programa	74
VI.2.7.5. Metodología del programa	75
VI.2.7.6. Medidas específicas de prevención para la erosión del suelo	76
VI.2.7.6.1. Superficies propuestas.....	76
VI.2.7.6.2. Actividades	77
VI.2.7.6.3. Estrategia para la atención de derrames o fugas accidentales de residuos o materiales peligrosos	79
VI.2.7.6.3.1. Derrame simple.....	79
VI.2.7.6.3.2. Recomendaciones generales	81

VI.2.7.7. Indicadores de desempeño	82
VI.2.7.8. Cronograma de actividades	83

INDICE DE FIGURAS

Figura VI. 1. Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental	8
Figura VI. 2. Manipulación de una serpiente para inmovilizarla	44
Figura VI. 3. Propuesta de formato de bitácora de manejo de fauna silvestre	45
Figura VI. 4. Ejemplo de banqueo	53
Figura VI. 5. Ejemplo de arpillado	54
Figura VI. 6. Formato de rescate y reubicación de flora	57
Figura VI. 7. Diseño del método de tres bolillos	67
Figura VI. 8. Ejemplo de selección de plantas	68
Figura VI. 9. Material vegetal triturado resultado del despalme	79

INDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1. Impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación o compensación .	9
Tabla VI. 2. Ejemplos de contenido de los talleres para capacitación ambiental a impartir	19
Tabla VI. 3. Ejemplos de señalamientos y carteles ambientales	20
Tabla VI. 4. Cronograma de actividades	21
Tabla VI. 5. Características CRETIB	27
Tabla VI. 6. Clasificación de residuos peligrosos	29
Tabla VI. 7. Época del año, hora del día, condición ambiental y método de captura para distintos grupos	38
Tabla VI. 8. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados	39
Tabla VI. 9. Tipo de marcas recomendadas por grupo y duración	39
Tabla VI. 10. Formato guía de registro para el monitoreo ambiental de la fauna del proyecto	48
Tabla VI. 11. Cronograma de actividades	49
Tabla VI. 12. Materiales y equipos a utilizar	52
Tabla VI. 13. Indicadores de realización	58
Tabla VI. 14. Indicadores de eficacia	58
Tabla VI. 15. Cronograma de actividades por el período de un año	60
Tabla VI. 16. Especies potenciales para reforestación	64
Tabla VI. 17. Ejemplo de bitácora de registro de actividades	71
Tabla VI. 18. Cronogramas de actividades	73



Tabla VI. 19.	Ejemplo de bitácora de registro de actividades	83
Tabla VI. 20.	Cronograma de actividades	83

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo V, fueron identificados y evaluados los impactos ambientales que potencialmente puede inducir en sus diferentes etapas el desarrollo el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”; en este sentido, las medidas propuestas en el presente capítulo corresponden a los impactos negativos. Se debe señalar claramente, que tal y como se demostró en el capítulo V de la presente MIA-P, el proyecto no ocasionará impactos ambientales adversos relevantes (muy significativos). Sin embargo, el promovente implementará acciones para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como para prevenir y mitigar los impactos significativos que se pudieran generar. Es así como el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”, se ajusta a lo establecido en el artículo 30 de la LGEEPA, respecto a:

[ARTICULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.]

En este sentido, se asume el hecho que, una vez identificados los impactos ambientales, se deben definir las medidas que permitan la mitigación, prevención, o compensación de los mismos.

- **Medidas de prevención y mitigación:** son el conjunto de acciones encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas, se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia, y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.
- **Medidas de remediación o rehabilitación:** son aquellas medidas que tienden a promover la existencia de las condiciones similares o mejores que las iniciales.
- **Medidas de compensación:** conjunto de acciones que tienen como fin compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la reforestación o la inversión en obras de beneficio al ambiente. Espacialmente, la medida no es aplicable en el sitio, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas.



Por lo tanto, bajo una perspectiva integral y eco sistémica se propone un Plan de Manejo Ambiental (PMA) como un instrumento que toma en cuenta las medidas propuestas en conjunto y permite visualizar el enfoque integral para atender de los efectos negativos al ambiente bajo los siguientes objetivos centrales:

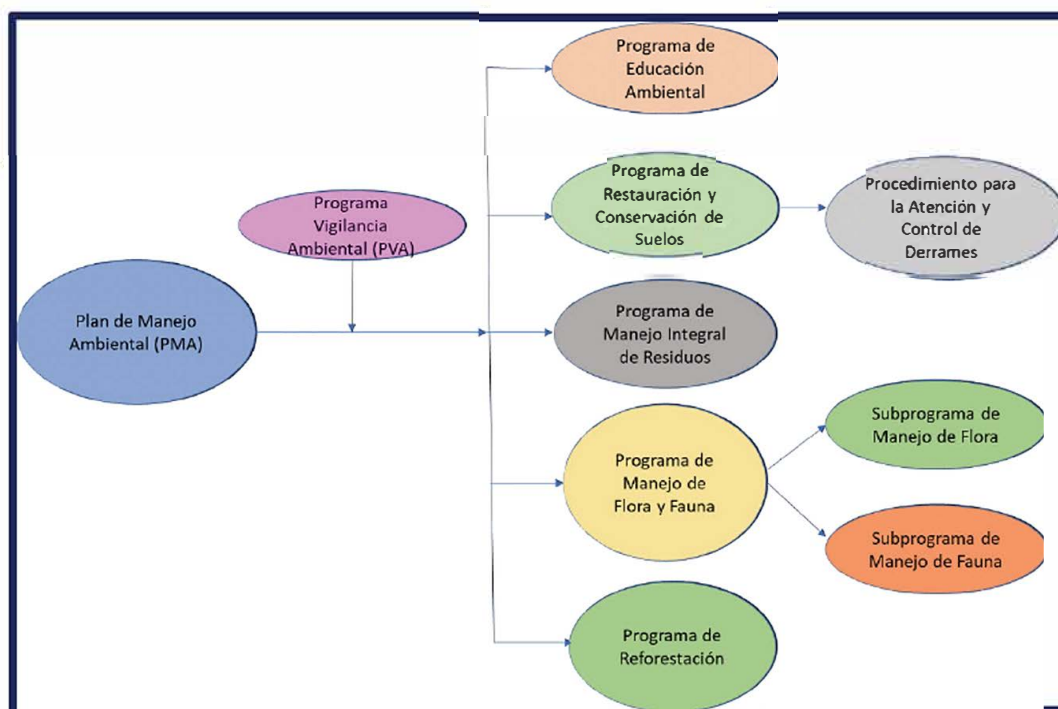
- Construir y operar el proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**” bajo un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**” se caracterice por ser una estrategia de desarrollo ambientalmente viable, responsable y sustentable.
- Implementar las medidas de manejo de impactos, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales potenciales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**”, en un marco de conservación y uso sostenible de los bienes y los servicios ambientales.
- Implementar las acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la ASEA imponga al ser de autorizado.
- Posibilitar la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**”.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que se pretenden aprovechar, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en el artículo 44 del reglamento en la materia respecto a:

[II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos,...]

Con base en la información anterior se estructuró el **Plan de Manejo Ambiental** que se compone de 6 Programas básicos con la finalidad de cubrir los rubros más importantes para la mitigación y/o compensación de los impactos ambientales adversos relacionados con este proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**”.

Figura VI. 1. Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental



VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

A continuación, se relacionan los impactos con los distintos programas que conforman el **Plan de Manejo Ambiental (PMA)** del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable” y se proponen medidas de mitigación generales, de forma tal que resulte evidente la atención a los mismos. Al someter las obras y actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable” a medidas de mitigación se garantiza la no afectación ambiental, manteniendo los impactos en niveles tales que no pongan en riesgo la integridad de los ecosistemas, hecho que deberá ser demostrado a través de la vida útil del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable” por medio de acciones de monitoreo para evaluar la eficacia ambiental de cada uno de los Programas.

Cabe mencionar que en la columna de Programas/Subprogramas no se menciona el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) ya que se da por entendido que en el siguiente capítulo se describirá.



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Tabla VI. 1. Impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación o compensación

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
CALIDAD DEL AIRE				
Preparación de sitio y construcción así como de manera extraordinaria en la operación y mantenimiento	Calidad de aire	Emissiones de gases de combustión y productos derivados de uso de maquinaria y equipo. Gases de combustión por los desfogues de seguridad de manera extraordinaria en los quemadores de proceso y verticales en el almacenamiento y transferencia de GLP.	- Se asegurará mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas que la maquinaria y vehículos utilizados durante las etapas de preparación de sitio y construcción así como durante labores de mantenimiento no generen humos o emisiones ostentosas a la atmósfera. - En caso de detectar maquinaria y vehículos generando humos o emisiones ostentosas se solicitará al contratista el retiro de la misma y la sustitución por otra en buenas condiciones. - Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado. - Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo y los vehículos conducirán a velocidades mínimas en caminos de terracería para evitar la dispersión de polvo. - Los camiones que transporten tierra o materia que pueda dispersarse en el aire estarán obligados a transportar cononas o bien a reazar el transporte de materia húmedo con la finalidad de evitar la dispersión de polvo. - Se evaluará el riesgo periódico de las áreas de trabajo con agua tratada para evitar la dispersión de polvo y partículas.	Programas de mantenimiento de contratistas y programa de mantenimiento de proyecto.
RUIDO (CONFORT SONORO)				
Preparación de sitio y construcción	Ruido (Confort sonoro)	Emissiones de ruido derivadas por el uso de maquinaria y equipo.	Se asegurará mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas que la maquinaria y vehículos empleados durante las actividades de preparación de sitio no generen niveles de ruido elevados.	Programas de mantenimiento de contratistas y programa de mantenimiento de proyecto.



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
			- En caso de ser necesario los vehículos maquinaria y equipo de obra utilizarán senderos de acuerdo a la capacidad de equipo - En caso de que se identifiquen niveles de ruido importantes la persona que labore en dicha actividad deberá utilizar equipo de protección auditiva - Se concentrará a persona en el uso de equipo de protección personal para protección auditiva	
SUELO				
Preparación de sitio y construcción	Erosión	Aumento en la exposición de suelo a procesos erosivos por la eliminación de la cobertura vegetal y el movimiento de tierras	- El despiece y desmonte de terreno será programado y gradual de acuerdo a las necesidades comerciales de la construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento de GLP - La capa de suelo vegetal removida se mantendrá separada del resto de material producto de la excavación para ser utilizada posteriormente en rellenos y nivelaciones. Los restos de vegetación que serán removidos serán “picados” y almacenados en un sitio específico para su posterior reincorporación al suelo y/o aprovechamiento en áreas de reforestación o viveros locales - Se realizarán las obras de drenaje pluvial que sean necesarias para evitar la acumulación de agua y la erosión de terreno; esto incluye la construcción de pequeños cunetas o desagües temporales así como la extracción de agua acumulada en las zonas de excavación y en zonas de encharcamiento en caso de lluvias torrenciales - Quedará estrictamente prohibido almacenar material en zonas donde pudiera presentarse el riesgo de arrastre de material por viento o por escurrimientos	Programa de restauración y conservación de suelos Programa de Reforestación Programa de Educación Ambiental



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
			Con a f n a d a d de m t g a r o s m p a c t o s a m b i e n t a e s g e n e r a d o s p o r a s a c c i o n e s d e d e s m o n t e y d e s p a m e s e p r o p o n e a r e v e g e t a c i ó n n a t u r a d e a s á r e a s d o n d e a s o b r a s p e r m i t a n e c r e c i m i e n t o d e e s p e c i e s n a t u r a s . L a r e v e g e t a c i ó n n a t u r a e s u n p r o c e s o c o m ú n e n a s z o n a s d e s m o n t a d a s y a q u e a m s m a r e m o c i ó n d e t e r r a f a v o r e c e e c r e c i m i e n t o d e s e m a s q u e h a n e s t a d o e n a t e n c i a h a s t a q u e t e n g a n a s c o n d i c i o n e s a p r o p a d a s p a r a s u d e s a r r o . E n e s t e c a s o r e p r e s e n t a u n a o p o r t u n i d a d p a r a c u b r i r a s u e o e v i t a r a e r o s i ó n m a n t e n e r e n c u s o i n c r e m e n t a r a c a p t a c i ó n d e a g u a y s o b r e t o d o u n a m e d i d a d e r e s t a u r a c i ó n a b a j o c o s t o q u e h a r á m á s v a l e s u e j e c u c i ó n	
Preparación de sitio construcción y operación y mantenimiento	Cantidad de suelo	Contaminación de suelo debido a mal manejo de residuos así como por posibles goteos de hidrocarburos de maquinaria y equipo y posibles derrames de combustibles	- Se asegurará mediante contratos e inspecciones periódicas que los vehículos autorizados de los contratistas se encuentren en condiciones óptimas y no presenten goteos de combustible y/o aceites - Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado con el fin de evitar en la medida de lo posible realizar mantenimientos mayores y menores in situ - En caso de detectar equipo maquinaria o vehículos que presenten goteos de hidrocarburos se deberán colocar charolas para contener el goteo y programar de inmediato su reparación o sustitución - Las actividades de mantenimiento al equipo y maquinaria se realizarán fuera de sitio en áreas específicas en la zona. En caso de que sea necesario realizar alguna reparación en el sitio ésta se realizará siguiendo los protocolos de seguridad y evitando en todo momento derrames al suelo para lo cual se deberán colocar charolas o plásticos para contener posibles goteos o derrames - El combustible será adquirido en las estaciones de servicio cercanas y en caso de requerirlo se trasladará al sitio mediante	Programa de Manejo Integral de Residuos Procedimiento para la Atención y Control de Derrames Programa de Educación Ambiental



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
			e uso de p pas En e sto de trabajo no ex strán tanques superf c a es para a macenam ento de combust b es - o Ún camente en casos excepc ona es se podrá a macenar combust b e en tambos de 200 tros o en b dones en as áreas de trabajo Los tambos y/o b dones deberán estar deb damente seña zados deberán permanecer tapados y deberán co ocarse sobre charo as de contenc ón o ben en stos pav mentados con d ques de contenc ón de derrames - o Se contara con un proced m ento para carga de combust b es a equ po y maquin a med ante e uso de p pas tambos y b dones con e fn de ev tar en todo momento pos b es derrames sobre e p so - o En caso de un derrame de h drocarburos (ace tes grasas y combust b es) se ob gara a os contrat stas a mp ementar as med das para e contro de derrames nc u das dentro de Proced m ento de Contro de Derrames ret rando e sue o contam nado y manejádo o como res duo pe groso - o Todos os frentes de trabajo deberán contar con un kt para contro de derrames - o Todos os res duos generados durante as d ferentes etapas de proyecto deberán ser a macenados y d spuestos de conform dad con e Programa de Manejo Integra de Res duos - o En os frentes de trabajo se co ocarán contenedores adecuados para e acop o de os res duos os cua es estarán deb damente seña zados Los res duos deberán ser ret rados de sto después de cada jornada de trabajo y d spuestos en stos de a macenam ento tempora deb damente acond c onadas de acuerdo a a normat v dad ap cab e	
HIDROLOGÍA (AGUAS SUPERFICIALES)				



ALMACENAMIENTOS SUBTERRANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
Preparación de sitio construcción y operación y mantenimiento	Cantidad de agua	Contaminación de agua debido al manejo de residuos así como por posibles derrames o fugas de hidrocarburos	Las medidas aplicables para la atención de este impacto son las mismas que se describen para el impacto de cantidad de suelo considerando que el origen de ambos impactos es el mismo (manejo de residuos y posibles derrames o fugas de hidrocarburos)	Programa de Manejo Integral de Residuos Procedimiento para la Atención y Control de Derrames
HIDROLOGÍA (AGUAS SUBTERRÁNEAS)				
Preparación de sitio construcción	Procesos de hidrología subterránea (manto freático)	Disminución de la recarga de acuífero por la pérdida de cobertura vegetal por la construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento	- En la medida de lo posible se intentará mantener la cubierta herbácea existente dentro del polígono de Proyecto - Los caminos internos serán de suelo natural y en caso de ser necesario se colocará grava para permitir la infiltración al manto freático - La vegetación que sea necesario remover será trozada y esparcida en áreas específicas para fomentar su reintegración al suelo - En los puntos donde se considere necesario se realizarán obras para la captación y desvío de aguas pluviales hacia pozos de absorción - Se promoverá el restablecimiento de la cobertura vegetal en las áreas afectadas temporalmente evaluando diferentes alternativas de pastos y cultivos para ello	Programa de restauración y conservación de suelos Programa de Reforestación
FLORA				
Preparación de sitio construcción	Cobertura vegetal	Pérdida de cubierta vegetal por remoción de la vegetación	En la medida de lo posible se intentará mantener la cubierta herbácea existente dentro del polígono de Proyecto	Programa de Rescate y reubicación de flora
Preparación de sitio construcción	Pérdida de individuos	Pérdidas de individuos de flora por remoción de la vegetación	La vegetación que sea necesario remover será trozada y esparcida en áreas específicas para fomentar su reintegración al suelo. Los residuos de vegetación que no puedan ser incorporados al suelo podrán ser enterrados o manejados como residuo cuyo manejo y disposición final se sujetará a lo	Programa de Reforestación Programa de Educación Ambiental



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
			que defina a autoridad competente o en su caso e plan de manejo correspondiente - Las especies de interés y valor ecológico medicinal y etnobotánica que sean factibles de trasplantarse y que se encuentren dentro de las zonas a desmontar deberán reubicarse en zonas aledañas. En cada frente de trabajo se contará con un especialista que recorrerá estricto y previamente con el fin de identificar las especies que tendrán que ser reubicadas - Todas las especies reubicadas tendrán que ser etiquetadas y se deberá dar seguimiento para asegurar su sobrevivencia. Lo anterior se realizará conforme a lo descrito en el Subprograma de Manejo de Flora - En actividades de restauración se priorizará el uso de especies nativas utilizando preferentemente aquellos individuos que sean rescatados - Se capacitará a los trabajadores encargados de hacer el rescate y reubicación de especies vegetales - Quedará prohibido colectar, traficar o dañar a las especies de flora - Se permitirá la repoblación vegetal natural de herbáceas y de las especies arbustivas bajas y de raíz superficial	
FAUNA				
Preparación de sitio de construcción	Distribución de individuos de especie de fauna	Desplazamiento de individuos de especies de fauna	Previo a las actividades de despiece y desmonte se implementarán técnicas de amedrentamiento, modificación de hábitat y captura dirigida a aquellas especies de fauna de interés desplazamiento o que se encuentran listadas en la NOM-59-	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
Preparación de sitio	Pérdidas de individuos de Fauna	Disminución de individuos de fauna		



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
Preparación de sitio construcción	Especies en estatus de faunas vestre	Pérdida de individuos en algún estatus de protección	SEMARNAT-2010 de acuerdo con lo establecido en el Subprograma de Manejo de Fauna - En caso de detectar individuos o madrigueras se dejara que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar a las crías - Se llevarán a cabo las fichas de todas las especies citadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 con el fin de que todos los trabajadores las conozcan y den aviso a responsable ambiental en caso de encontrar alguna de ellas - Las especies rescatadas serán liberadas en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean o más parecido a sitio donde fueron capturados. No se prevé el marcaje de la fauna rescatada - Durante las actividades de preparación de sitio no se capturara, perseguirá, cazara, colectará, traficarán perjudicar a las especies de faunas vestre que habitan en la zona de estudio - Atendiendo al Programa de Educación Ambiental se impartirán cursos de capacitación a los trabajadores con la finalidad de promover el cuidado de la faunas vestre de la zona	Programa de Educación Ambiental
Ecosistemas				
Preparación de sitio construcción y operación de proyecto	Pérdida de hábitat	Pérdida de superficie por la remoción de la vegetación, desplazamiento y usos de suelo industrial para especies de flora y faunas vestre	Las medidas aplicables para la atención de este impacto son las mismas que se describen para el impacto de flora y faunas vestre, considerando que el origen de ambos impactos es el mismo (remoción de la vegetación, pérdidas de individuos de flora y faunas vestre)	Programa de Rescate y reubicación de flora Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de faunas vestre Programa de Reforestación Programa de Educación Ambiental



ALMACENAMIENTOS SUBTERREANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Etapas	Impacto	Descripción del impacto	Medidas de prevención, mitigación o compensación	Programa específico
Paisaje				
Preparación de sitio construcción y operación de proyecto	Cantidad y su calidad	Pérdida de superficie por la remoción de la vegetación, desplazamiento y usos de suelo industrial para especies de flora y fauna silvestre	- Se realizarán los trabajos de manera paulatina y conforme a las etapas establecidas en el programa de trabajo - Evitar almacenar maquinaria y equipo fuera de los sitios destinados para ello y respetar el programa de obra - Una vez terminada la construcción en toda la superficie que fue temporalmente afectada se implementará un Programa de Restauración y Conservación de Suelos. Dentro de este se contemplarán actividades de restauración de sitio con la finalidad de que se vuelva a formar el suelo y crezca vegetación natural - Llevar a cabo las pruebas de empazamientos necesarias para evaluar refajos a distancia y definir si es necesario incorporar “áreas vegetales”	Programa de restauración y conservación de suelos Programa de Reforestación



VI.2. Impactos residuales

Existen impactos ambientales que aún y cuando se efectúen las medidas de prevención y mitigación el impacto persiste debido al nivel de alteración del SA o de las sinergias y aportes de contaminantes a los componentes ambientales que existen por otras actividades industriales, asentamientos humanos que inciden en un manejo indebido de los residuos que generan, así como las actividades de agricultura y ganadería que existen en los alrededores del predio de Shalapa del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”.

Para lo cual se han desarrollado estrategias específicas de prevención y mitigación de impactos residuales que atienden a más de un impacto ambiental del proyecto, como son las siguientes.

VI.2.1. Programas de Educación Ambiental

VI.2.1.1. Impactos ambientales que atienden

- Erosión
- Calidad del suelo
- Calidad del agua
- Cobertura vegetal
- Pérdida de individuos de flora
- Distribución de individuos de especie de fauna
- Pérdidas de individuos de Fauna
- Especies en estatus de fauna silvestre
- Pérdida de hábitat

La falta de información, concientización y capacitación sobre el valor ecológico de los ecosistemas, los bienes y servicios ambientales que éstos proporcionan, son causas de usos no apropiados que pueden determinar un mal manejo del ecosistema y que conlleva a un daño ambiental.

En este tenor, se llevará a cabo la implementación de un **Programa de Educación Ambiental**, orientado a incidir sobre todo el espectro de protagonistas del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable” tales como: directivos, empleados y prestadores de servicios que laboren o participen de alguna manera en el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal



geológicamente estable”, de tal forma que todas las actividades sean calificadas mediante la impartición de pláticas inductivas.

Esta necesidad de acciones concretas de difusión, información y concientización ambiental orientadas a la protección, preservación del ecosistema en el sitio del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**”, se aplicarán en sus diferentes etapas de desarrollo (preparación, construcción, operación y mantenimiento).

La capacitación que se lleve a cabo debe ser documentada como evidencia al cumplimiento del presente programa.

Los prestadores de servicios, contratistas y arrendatarios que participan durante el desarrollo del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**” deberán de sustentar que cuentan con la capacitación adecuada para llevar a cabo sus actividades correspondientes.

El proceso dinámico de educación ambiental con lleva, por un lado, las pláticas inductivas o talleres que se pretenden como parte de capacitación ambiental y por otro lado la difusión de información ambiental mediante la colocación de señalamientos en los frentes de trabajo, como se expresa gráficamente. Cabe señalar que el **Programa de Educación Ambiental** coadyuvará a la atención de algunos impactos ambientales de manera indirecta, para la protección y conservación de recursos naturales tales como son la flora, fauna y suelo.

VI.2.1.2. Objetivo

El objetivo de este programa es crear conciencia ambiental mediante la difusión de información y capacitación al personal involucrado en el desarrollo del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable**” a fin de conservar y proteger el medio ambiente.

VI.2.1.3. Acciones concretas

El Programa de Educación Ambiental considera acciones concretas como:

- Concientizar a constructores y operadores del proyecto, sobre el valor e importancia de preservar el ecosistema en el predio y sus zonas de aledaños, promoviendo la sensibilización y la reflexión sobre estos temas.
- Informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto, por ejemplo, el manejo adecuado de los residuos.
- Promover una actitud responsable en el manejo adecuado de los recursos naturales del área del proyecto como es la protección de flora y fauna.

- Colocar señalamientos y carteles ambientales en el sitio del proyecto con énfasis en las áreas consideradas frágiles orientado a fines de protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de recursos naturales como es el uso de suelo para el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”.

VI.2.1.4. Estrategias ambientales

Las principales estrategias previstas para alcanzar el objetivo propuesto en este programa se indican a continuación.

VI.2.1.5. Diseño e impartición de talleres y cursos de capacitación ambiental

Como ejemplo del contenido de este tipo de talleres, en la siguiente tabla se presenta una relación de los temas propuestos que deberán ser abordados para la capacitación básica de los diversos actores involucrados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”.

Tabla VI. 2. Ejemplos de contenido de los talleres para capacitación ambiental a impartir

Tema	Contenido	Objetivos
Fauna	<u>Fauna en el sitio del proyecto.</u> ✓ Importancia ambiental. ✓ Fauna protegida conforme la Normatividad Ambiental. ✓ Manejo de fauna.	Informar sobre el valor ecológico de la fauna y la normatividad que existe para propiciar su cuidado y conservación de la fauna. Proporcionar conocimiento al personal operativo para el manejo de la fauna y para que contribuyan con la conservación y apreciación de la fauna.
Vegetación	<u>Vegetación en el sitio del proyecto.</u> ✓ Tipo de vegetación en el sitio del proyecto. ✓ Importancia ecológica del ecosistema presente en el sitio del proyecto (área agrícola).	Generar concientización y conocimiento sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas considerando los servicios y bienes ambientales que ellos proporcionan. Lograr la toma de conciencia y el desarrollo de valores y actitudes que permitan contribuir a la protección de remanentes vegetación secundaria arbustiva de matorral xerófilo presente en el sitio del proyecto.
Manejo integral de Residuos	<u>Manejo de residuos sólidos (de tipo urbanos, de manejo especial y peligrosos).</u> ✓ Definición de residuo. ✓ Legislación mexicana en materia de residuos.	Explicar la forma en que se clasifican los diferentes tipos de residuos que se generarán en el proyecto. Explicar el concepto de manejo integral de residuos, debido a que es una herramienta esencial para evitar la contaminación del ecosistema.

Tema	Contenido	Objetivos
	✓ Diferentes tipos de residuos que serán generados a lo largo del proyecto. ✓ Manejo integral de los residuos que serán generados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. ✓ Difusión de programas de reciclaje. ✓ Manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas. ✓ Impacto en el medio ambiente por la disposición inadecuada de residuos.	Enfatizar el papel y compromiso que tiene cada trabajador con respecto cuidado y protección al medio ambiente por sus actividades durante el desarrollo del proyecto. Difundir los impactos ambientales positivos del reciclaje de residuos. El personal deberá conocer los conceptos básicos de almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas.

VI.2.1.6. Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales

Para el tipo de materiales de difusión a elaborar en el marco de este programa, los señalamientos deberán tener un enfoque informativo, prohibitivo, restrictivo, o preventivo, para conservar los recursos naturales, para evitar daños al ambiente, o accidentes de trabajo en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable” (ver siguiente tabla). Los materiales impresos deberán considerar en su diseño figuras que representen modelos a seguir en el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”.

Tabla VI. 3. Ejemplos de señalamientos y carteles ambientales

Tema	Tipo de mensaje que deberán de contener los señalamientos y carteles ambientales		
	Informativo	Prohibitivo/Restrictivo	Preventivo
Fauna	Área con presencia de fauna (se indicará el nombre común de las especies de fauna, se incluirá fotografía y los sitios donde podría encontrar).	No dañar a la fauna. No cazar. Limites de velocidad. Prohibido molestar a la fauna.	Precaución: área con presencia de fauna (se indicará la fauna que podría representar algún peligro para los trabajadores, y el personal capacitado para su manejo). Dependerá del frente de trabajo.
Vegetación	Áreas con presencia de vegetación (se indicará el nombre común de las especies de flora, se incluirá fotografía y los sitios donde podría encontrar).	No dañar a la vegetación. Límite del área de trabajo. Prohibida la extracción de vegetación.	Precaución: área con presencia de vegetación (se indicará el nombre común de las especies de flora y dependerá del frente de trabajo).

Tema	Tipo de mensaje que deberán de contener los señalamientos y carteles ambientales		
	Informativo	Prohibitivo/Restrictivo	Preventivo
Manejo Integral de Residuos	Tipos de residuos. Ubicación de las áreas de disposición de residuos peligrosos y no peligrosos. Manejo de residuos no peligrosos (plásticos, papel, envases, comida, etc.). Manejo de residuos peligrosos (trapos con aceites, estopas, sobrantes de pinturas, solventes, filtros de aceite, etc.)	Se prohíbe arrojar o depositar cualquier tipo de residuo fuera de los contenedores o de las áreas asignadas. No fumar en las cercanías de las áreas de disposición de residuos. No mezclar residuos peligrosos con no peligrosos.	Precaución: área de disposición de residuos peligrosos. Atención a emergencias ambientales por disposición inadecuada de residuos.

VI.2.1.7. Cronograma de actividades

Tabla VI. 4. Cronograma de actividades

Etapas del proyecto/Actividades	Años/meses																	
	Meses/ Año 1						Meses/Año 2						Meses/Año 3					
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
Preparación del sitio																		
Diseño e implementación de talleres y cursos de capacitación ambiental																		
Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales																		
Construcción																		
Diseño e implementación de talleres y cursos de capacitación ambiental																		
Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales																		
Operación y mantenimiento																		

Etapas del proyecto/Actividades	Años/meses																	
	Meses/ Año 1						Meses/Año 2						Meses/Año 3					
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
Diseño e impartición de talleres y cursos de capacitación ambiental																		
Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales																		

VI.2.1.8. Indicadores de cumplimiento del programa

A continuación, se muestran los indicadores de cumplimiento del programa:

- ✓ Diseños finales de la señalización determinada para protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de recursos naturales, como es el caso del suelo para el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”.
- ✓ Relación de señalizaciones colocadas en los frentes de trabajo y fotos de ejemplificación. Se considerará que esta sección sea totalmente exitosa mediante la colocación del 100% de las señalizaciones y que ellas se mantengan en su lugar en las etapas que el proyecto lo amerite.
- ✓ Presentaciones visuales y/o audiovisuales elaboradas y relación de su exposición a los involucrados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”.
- ✓ Trípticos elaborados para ecosistemas, obligaciones y buenas prácticas ambientales, en el marco del proyecto, así como la relación de que han sido entregados al 100% de los trabajadores.
- ✓ Lista de asistencia del personal capacitado en la realización de talleres y/o cursos impartidos en el marco del proyecto y de los asistentes.

VI.2.2. Programa de Manejo Integral de Residuos

VI.2.2.1. Impactos ambientales que atiende

- Calidad del suelo
- Calidad del agua



VI.2.2.2. Objetivo

Establecer los requisitos y estándares para el almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos generados en las actividades desarrolladas en **Almacenamientos Subterráneos S.A. de C.V.** con el fin de evitar daños al medio ambiente y/o el personal.

VI.2.2.3. Campo de aplicación

Este procedimiento es aplicable en todas las áreas de **Almacenamientos Subterráneos S.A. de C.V.** donde se generen residuos peligrosos y de manejo especial, incluyendo actividades desarrolladas por compañías contratistas.

VI.2.2.4. Documentos de referencia

- Ley General Para La Prevención y Gestión Integral De Los Residuos (LGPGIR).
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR).
- Norma Oficial Mexicana **NOM-052-SEMARNAT-2005**, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- Norma Oficial Mexicana **NOM-054-SEMARNAT-1993**, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma oficial mexicana NOM-052- SEMARNAT-1993.
- Norma Oficial Mexicana **NOM-161-SEMARNAT-2011**, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
- **Ley 847** de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

VI.2.2.5. Acciones específicas

Las acciones se integra por tres estrategias representadas por cada tipo de residuos.

- Residuos de manejo especial.
- Residuos peligrosos.
- Residuos domésticos.

VI.2.2.5.1. Estrategia de Residuos no peligrosos y de manejo especial

Los residuos sólidos no peligrosos y de manejo especial generados durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable”, consistirán básicamente en:

- Residuos domésticos (restos de comida, papel y plástico),
- Residuos industriales o de manejo especial (Madera, tubería, malla, acero, lámina, alambres, cemento, cartón, material de empaque y embalaje)
- Materiales térreos y pétreos producto de excavaciones (Materia vegetal, suelo y roca que se generarán durante las excavaciones, cortes y nivelaciones y que no podrán ser utilizados como material de relleno nuevamente)

El generador identificará todos los residuos no peligrosos y de manejo especial que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, construcción y operación. Una vez identificados, evaluará el manejo integral que se le dará a cada uno de ellos, para lo cual elaborará una tabla en la que se indicará el tipo de residuo, el proceso en el cual es generado, el estado físico, volumen estimado de generación, el tipo de manejo o disposición final, y el nombre del contratista encargado de su manejo o disposición final.

Se contará con un almacén general de residuos no peligrosos, donde todos los residuos deberán estar debidamente identificados y separados dependiendo del destino final de cada uno de ellos.

Como parte de la estrategia de residuos de manejo especial se deberá incluir acciones de minimización, en la cual se describan los objetivos y metas de acuerdo a la naturaleza de los residuos que se generan, el manejo integral de los mismos, productos a obtener y servicios que se requerirían.

En los sitios de trabajo se designará un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos de tipo industrial, el cual deberá estar debidamente señalizado.

Estos residuos deberán ser transportados del sitio de generación al almacén general de residuos no peligrosos. El retiro de estos residuos del almacén general será a cargo de una empresa particular debidamente autorizada, quien los transportará hasta los sitios de disposición final autorizados o los reutilizará o reciclará.

Estas empresas deberán estar debidamente acreditadas y se deberán elaborar los contratos correspondientes, solicitando la entrega de comprobantes que demuestren que los residuos fueron dispuestos, reusados o reciclados en sitios debidamente autorizados.



VI.2.2.5.2. Estrategia de Residuos domésticos

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán residuos de tipo doméstico tanto en campo como en las oficinas y almacenes.

En todos los lugares de trabajo se colocarán contenedores debidamente señalizados para que el personal deposite los residuos de tipo doméstico generados durante la jornada de trabajo.

El personal deberá retirar los residuos del lugar de trabajo de preferencia diario y transportarlos al almacén general de residuos no peligrosos. El retiro de estos residuos del almacén general será a cargo del servicio municipal y en caso de que esto no sea posible, se contratarán los servicios de una empresa particular debidamente autorizada, quien los transportará hasta los sitios de disposición final autorizados.

En caso de que el retiro de los residuos este a cargo de una empresa particular, se deberán firmar contratos con la empresa responsable del transporte y disposición de los residuos domésticos, quien deberá entregar un comprobante que demuestre que los residuos fueron dispuestos en sitios debidamente autorizados.

En los lugares de trabajo se procurará en la medida de lo posible hacer la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, utilizando los residuos orgánicos para formación de composta.

Los residuos inorgánicos que presenten factibilidad de ser reciclados como el vidrio, aluminio, pet, y papel deberán ser separados desde la fuente de generación y dispuestos en contenedores debidamente señalizados para su disposición final con proveedores autorizados.

En ningún momento se deberán almacenar residuos directamente en el suelo, cerca de corrientes de agua o cerca de cañadas. Los contenedores deberán permanecer bien tapados para evitar la llegada de plagas o animales (ratas, cucarachas o animales silvestres).

VI.2.2.5.3. Estrategia de Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que serán generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción consisten principalmente en:

- Restos de Pintura y Recubrimientos,
- Grasas y Aceites Usados,
- Estopas Impregnadas con Grasas y Aceites,
- Recipientes o Envases de Pinturas y Aceites,
- Baterías y Pilas,



- Escoria de Soldaduras,
- Filtros de aceite de equipos de combustión interna.

El generador identificará todos los residuos peligrosos y elaborará una tabla en la que se mencione el nombre del residuo, la fuente de generación, sus características CRETIB, estado físico, volumen estimado de generación, el tipo de manejo o disposición final, y el nombre del contratista encargado de su manejo, transporte o disposición final.

El contratista deberá limitar el uso de productos que generan residuos peligrosos y será responsable del almacenamiento temporal de los residuos generados, así como de asegurar que su transporte y disposición final sea realizado por empresas debidamente autorizadas.

Una vez identificados todos los residuos, el generador deberá darse de alta como generador de residuos peligrosos, para lo cual utilizará el formato emitido por las autoridades.

En los sitios de trabajo se contará con recipientes con tapa para el acopio de cada uno de los residuos peligrosos generado. Los recipientes se colocarán sobre charolas para contener posibles derrames.

Los recipientes deberán contar con etiquetas indicando el nombre del residuo, el área donde fue generado, característica CRETIB y rombo de seguridad.

Todos los recipientes tendrán que ser trasladados diariamente al almacén de residuos peligrosos, donde podrán ser trasvasados los residuos a tambos de 200 litros para su almacenamiento temporal.

Los tambos dentro del almacén deberán estar etiquetados, incluyendo nombre del residuo, el área donde fue generado, característica CRETIB, fecha de inicio de llenado o ingreso al almacén y rombo de seguridad.

Se deberá tener especial cuidado en utilizar el nombre del residuo tal y como se manifestó en el documento de alta como generador de residuos.

Dentro del almacén temporal los tambores se organizarán de acuerdo al tipo de residuo que contengan y a su grupo de incompatibilidad, conforme a la norma **NOM-054-SEMARNAT-1993**.

Los residuos no deberán permanecer más de 6 meses en el almacén temporal y ningún tambo deberá rebasar el 80% de su capacidad.

Los residuos peligrosos en donde se determine alguna de las características CRETIB, resultado de alguna prueba o análisis. Dichos registros deberán conservarse durante 5 (cinco) años. Estos serán asentados en la bitácora de generación de acuerdo con las características antes descritas, asignando el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), basándose en la siguiente tabla:

Tabla VI. 5. Características CRETIB

Característica	Descripción	CPR	Pictograma
Corrosividad	Es corrosivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	C	
	Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.		
	Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.		
	Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55 °C), según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.		
Reactivo	Es reactivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	R	
	Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.		
	Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.		
	Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento de la NOM correspondiente.		
Explosividad	Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	E	
	Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.		

Característica	Descripción	CPR	Pictograma
Tóxico	Es tóxico ambiental cuando el extracto del PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, cuando contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los límites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las NOMs correspondientes.	T	 TOXICIDAD
Tóxico ambiental	Característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.	Te	 DAÑO AL MEDIO AMBIENTE
Tóxico agudo	Grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de algún organismo.	Th	 QUÍMICO NOCIVO
Tóxico crónico	Propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos.	Tt	 PELIGRO PARA LA SALUD
Inflamable	Es inflamable cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades: Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5 °C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%. No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente. Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101,3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad. Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.	I	 INFLAMABLE

Característica	Descripción	CPR	Pictograma
Biológico Infeccioso	Es biológico - infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.	B	

Se deberá asignar la clave correspondiente de acuerdo con los listados 1, 2, 3, 4 y 5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, con los siguientes datos, nombre genérico y clave del residuo peligroso.

Tabla VI. 6. Clasificación de residuos peligrosos

Categoría	Tipo	Clave
Aceites gastados	Dieléctricos	O5
	Lubricantes	O1
	Hidráulicos	O3
	Solubles	O2
	Otros (especifique)	O4
Breas	Catalíticas	B1
	De destilación	B2
	Otras (especifique)	B3
Biológico-infecciosos	Cultivos y cepas	BI1
	Objeto punzo cortantes	BI2
	Residuos patológicos	BI3
	Residuos no anatómicos	BI4
	Sangres	BI5
Escorias y metales pesados	Finas	E1
	Granulares	E2
Líquidos residuales de proceso	Corrosivos	LR1
	No corrosivos	LR2

Categoría	Tipo	Clave
Lodos	Lodos aceitosos	L6
	Lodos de galvanoplastia	L3
	Lodos de proceso de pinturas	L5
	Templado de metales	L4
	Tratamiento de aguas residuales	L2
	Tratamiento de aguas negras	L1
	Otros (especifique)	L7
Sólidos	Telas, pieles o asbesto encapsulado	SO1
	Con metales pesados	SO5
	De mantenimiento automotriz	SO2
	Tortas de filtrado	SO3
	Otros (especifique)	SO4
Solventes	Orgánicos	S1
	Órgano clorados	S2
Sustancias corrosivas	Ácidos	C1
	Álcalis	C2
Otros residuos peligrosos	Otros (especifique)	O

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los listados 3 y 4 de la NOM-052- SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M". Cada residuo peligroso será identificado con diferentes símbolos de características de peligrosidad para la identificación y etiquetado de bidones de residuos peligrosos, de acuerdo con **NOM-052-SEMARNAT-2005** según aplique y corresponda.

Acciones

- Verificación sistemática del almacenamiento temporal de residuos líquidos peligrosos en contenedores plásticos o metálicos, y en un sitio destinado para tal efecto con la finalidad de ser entregados

periódicamente a una compañía autorizada por las instancias correspondientes para su manejo y disposición final.

- Registro sistemático (en bitácora) para cada entrada y salida del almacén en las bitácoras en el periodo comprendido de enero a diciembre de cada año. Tal como lo prevé la LGPGIR (artículo 47) y su Reglamento (artículo 71). Las bitácoras se conservarán al menos cinco años (artículo 75) y contendrán la siguiente información:
 - Nombre del residuo.
 - Características de peligrosidad.
 - Área o proceso donde se generó.
 - Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos.
 - Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia señalados en el inicio anterior.
 - Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos.
 - Nombre del responsable de la bitácora.

VI.2.2.6. Responsables del programa

Durante la Implementación del **PMIR**, su difusión, ejecución y seguimiento en el Proyecto existirá un empleado responsable denominado “supervisor ambiental”, el cual, en la mayoría de los casos, contará con formación profesional de ingeniero o biólogo y estará en contacto directo con la gerencia de la central y sus subordinados (incluyendo obreros) para asegurar el compromiso con las obligaciones en materia de residuos y éxito de la estrategia.

A su vez, el supervisor ambiental tendrá la tarea de lograr el involucramiento y participación de todos y cada uno de los integrantes de la organización que reportan en línea a la gerencia del Proyecto; inclusive deberá de capacitarles y definir con cada uno de ellos indicadores de cumplimiento a reportar en los avances del programa.

A continuación, se presentan los lineamientos a seguir de acuerdo con lo que establece la normatividad aplicable vigente.

1. El responsable ambiental o las personas encargadas de las empresas constructoras o contratistas tendrán que supervisar la clasificación de los residuos y la separación primaria y secundaria de éstos

de forma manual.

2. Dichos responsables se encargarán de la colocación de contenedores con tapa de 200 litros dentro de cada frente de trabajo del Proyecto, los cuales estarán debidamente rotulados de acuerdo con el residuo que contendrán.
3. Se le dará mantenimiento constantemente a los contenedores para evitar que se presenten fugas o derrames.
4. Se llevará un inventario de control de material a fin de reducir la cantidad de contenedores y materiales caducos, contaminados, dañados, fuera de especificación o que estén en su mayor volumen requerido.
5. Los residuos sólidos urbanos se guardarán en el almacén temporal.
6. Los residuos de manejo especial como son los restos de concreto y escombros.
7. serán dispuestos en un área identificada y delimitada dentro de las áreas de afectación del Proyecto, evitando su mezcla con residuos orgánicos e inorgánicos.

Durante la construcción, se evaluarán alternativas de uso de materiales peligrosos con el fin de minimizar su generación o sustituir su uso. Lo anterior estará sujeto a los requerimientos específicos del Proyecto.

VI.2.2.7. Indicadores del cumplimiento

- Medidas establecidas para la separación de residuos sólidos (biodegradables, reciclables, y no reciclables).
- Registro de recolección de basura (estimación en m³ ó Kg.).
- Registro del número de viajes al(los) tiradero(s) municipal(es).
- Registro del retiro del predio y disposición final de los residuos sólidos reciclables separados, por empresas o instituciones autorizadas.
- Medidas para el manejo y disposición final de los residuos líquidos que se generen (recolección, conducción, tratamiento y disposición final).
- Volumen de residuos líquidos generados.
- Medidas previstas para el manejo y disposición temporal de residuos peligrosos.
- Manifiesto de generador de residuos peligrosos.
- Relación y estimación del volumen de residuos peligrosos generados.



VI.2.3. Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

VI.2.3.1. Impactos ambientales que atiende

- Distribución de individuos de especie de fauna
- Pérdidas de individuos de Fauna
- Especies en estatus de fauna silvestre

Sin duda alguna, en la etapa de preparación del sitio como son las actividades de despalme, dan la pauta para la migración de la fauna silvestre hacia los predios aledaños al proyecto, este proceso natural favorece para evitar daño a las especies de fauna. Sin embargo, previo a la etapa de preparación del sitio, se considera la implementación del Programa de manejo de fauna, que incluye acciones de rescate y reubicación de especies, así como el monitoreo de las especies rescatadas. Lo anterior con la finalidad de mitigar al máximo posible los impactos ambientales a la fauna, particularmente las especies de fauna silvestre que se distribuyen potencialmente en las áreas agrícolas dentro del predio, por lo tanto, se han diseñado estrategias ambientales que convergen en la protección y conservación del factor ambiental (distribución de fauna).

- Rescate
- Reubicación
- Monitoreo

VI.2.3.2. Objetivo

General:

Proteger y conservar la fauna silvestre que existe en el sitio del proyecto y que por el desarrollo de las obras y actividades pueda verse afectada.

Particulares:

- Identificar y rescatar individuos de especies de fauna silvestre, presentes en el área de desarrollo del proyecto; así como especies de fauna bajo algún estatus de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
- Reubicar las especies rescatadas en hábitats adecuados para su sobrevivencia y propiciar el mantenimiento de estas áreas.
- Implementar estrategias de manejo y monitoreo que propicien la conservación y protección de fauna.



VI.2.3.3. Estrategias generales

Como estrategias propuestas para el Programa de manejo de fauna se tiene:

- Garantizar la realización de acciones de rescate de fauna antes del despalme de vegetación.
- Protección de individuos de ámbito hogareño pequeño/baja movilidad.
- Rescate y reubicación de organismos de baja movilidad.
- Realizar monitoreo de fauna de forma periódica previo y durante la realización del proyecto. Al inicio los monitoreos de fauna deben ser frecuentes de manera trimestral por un año. Posteriormente podrán ser de manera anual al menos durante 3 años con la finalidad de darle seguimiento a las actividades de rescate y reubicación de fauna.
- Identificar especies críticas en el área del proyecto, por ejemplo, la presencia de especies bajo protección legal según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
- Evaluar las medidas propuestas e implementadas en las actividades de rescate y en su caso proponer medidas nuevas.

VI.2.3.3.1. Acciones de rescate y reubicación de especies

VI.2.3.3.1.1. Personal técnico responsable de la ejecución

Se considerará la contratación de un técnico especializado en el manejo de fauna, quien será el responsable, de supervisar las acciones que se ejecuten para el presente Programa de Manejo de fauna durante todas las etapas del proyecto. De ser necesario deberá contar con apoyo técnico durante las etapas de preparación del sitio y construcción para el rescate y reubicación de especies.

VI.2.3.3.1.2. Acciones de rescate

La estrategia fundamental para proteger a la fauna silvestre es la de mantener la diversidad de especies de fauna.

Es de esperarse que, dada la libre movilidad de los animales, especialmente aves, reptiles y mamíferos, y su sensibilidad a la perturbación (tránsito de personas, maquinaria, y ruido), éstos abandonen por sí mismos, el área donde se llevará a cabo el despalme ocupando los hábitats disponibles en otras zonas; no obstante, se llevarán a cabo actividades de rescate de fauna para asegurar la afectación mínima a las especies, dentro del área de afectación por el desarrollo del proyecto.



Es de suma importancia realizar las actividades de rescate y reubicación en las dos primeras etapas del proyecto (preparación del sitio y construcción), por lo tanto, antes del inicio de la etapa de preparación de terreno, y simultáneamente a la campaña de rescate de vegetación, en la superficie donde se emplazará el proyecto, se deberá implementar el presente programa, con especial énfasis en especies de poca movilidad que usan cuevas o cavidades y nidos de aves que puedan ser reubicados. Cada ejemplar rescatado, será identificado y registrado en una bitácora, para posteriormente ser trasladado hacia áreas de conservación o a las zonas designadas por los especialistas.

Se presentan las actividades que se llevarán a cabo para el rescate y reubicación de fauna silvestre en el área de afectación del proyecto.

- Delimitación del área
 - ✓ Recorridos para la identificación
 - ✓ Acción de ahuyentamiento
- Sitios alternos de refugio
 - ✓ Rescate
 - ✓ Traslado
 - ✓ Reubicación
- Monitoreos
 - ✓ Registro en bitácora
 - ✓ Reportes de monitoreo y seguimiento

VI.2.3.3.1.3. Delimitación del área por afectar

Para garantizar que no existirá perturbación a los grupos de fauna durante el desarrollo del proyecto, es importante que dentro de los trabajos preliminares y como actividad número uno se delimite físicamente el área sujeta a afectación. Estas áreas deberán contar con señalización adecuada, vistosa y clara con el fin de afectar lo menos posible las áreas aledañas. La señalización debe ser tanto informativa como restrictiva; es decir, deberá informar a los peatones que el área delimitada debe ser respetada para evitar afectación al material orgánico producto de despalme.

A través de la delimitación de dichas áreas se pretenden mantener los despalmes al mínimo necesario que se requiera por las bases de diseño del proyecto, durante las diferentes etapas. En ningún caso se permitirá la



realización de actividades de despalme por medio de la utilización de fuego y/o agroquímicos, los cuales pudieran derivar en una afectación mayor al ecosistema y a la fauna asociada.

VI.2.3.3.1.4. Recorridos de identificación

Previo al despalme se realizarán recorridos para el reconocimiento del sitio y registro de avistamientos, huellas, rastros sobre trayecto e identificación de madrigueras o sitios de oquedades, a efecto de confirmar la presencia de ejemplares de fauna silvestre susceptibles de rescate y reubicación.

Para reptiles se verificarán troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, grietas, charcas temporales y permanentes, que constituyen los microhábitat potenciales de los reptiles.

La búsqueda de aves se realizará utilizando vocalizaciones y observaciones directas. Para los avistamientos se utilizarán binoculares con aumento de 10 x 50; mientras que para la captura, se emplearán redes ornitológicas de 9 y 12 m, tanto en la tarde como en la mañana.

VI.2.3.3.1.5. Acciones de ahuyentamiento

El ahuyentamiento es una medida muy satisfactoria en comparación con un procedimiento de captura, registro y liberación posterior de ejemplares, que somete a los individuos a un elevado nivel de estrés, lo cual constituye un efecto indeseable tratándose de especies silvestres, pues se compromete su supervivencia.

El ahuyentamiento de fauna mediante sonidos (sirenas, palos, etc.) se realizará minutos antes del ingreso de la maquinaria a las zonas de despalme, y ayudará a que los individuos de especies de rápido desplazamiento se puedan refugiar en zonas aledañas conservadas.

Las especies que sean de lento desplazamiento, estén en etapas reproductivas (nidos) y sean encontradas en el sitio del proyecto durante la preparación del terreno, estarán sujetas a las actividades de rescate que se detallan posteriormente.

VI.2.3.3.1.6. Identificación de sitios alternativos de refugio

Para la identificación y asignación de los sitios alternativos de refugio (área de reubicación) de la fauna que se encuentren en el área del proyecto, y que requieran ser reubicadas, se deberán tomar en consideración los siguientes aspectos antes de proceder a la liberación de los ejemplares:

El área de reubicación deberá ofrecer la oportunidad de sobrevivencia de los ejemplares a ser reubicados.

El área de reubicación no deberá representar un riesgo para los ejemplares reubicados o para las personas (por ejemplo: lugares próximos a carreteras o asentamientos humanos).



El área deberá localizarse lo más cercano posible al área donde se capturó al ejemplar que requiere ser reubicado, para evitar traslados largos que puedan representar un riesgo para el ejemplar. El área de reubicación deberá ofrecer las mismas características bióticas y abióticas del sitio donde se realizó la captura de los ejemplares. El área de reubicación deberá proporcionar el alimento adecuado a los ejemplares que requieran ser reubicados.

Dependiendo del tipo de especie a reubicar, se deben tomar en consideración la territorialidad de estos. Es decir, se debe tomar nota de ubicación exacta de rescate de los individuos, a fin de considerar entre otros puntos la caracterización del hábitat natural de las especies a ser relocalizadas, y considerar la descripción de al menos, los siguientes atributos ambientales:

- ✓ Cobertura de la vegetación.
- ✓ Estructura de la vegetación.
- ✓ Fisionomía de la vegetación.
- ✓ Exposición y altura geográfica.
- ✓ Tipo de sustrato.
- ✓ Distancia a cursos de agua (en casos que se justifique).
- ✓ Distancia a construcciones, proyectos o actividades antrópicas para identificar factores de amenaza (ejemplo: caminos, rutas, autopistas, extracción de tierra, asentamientos humanos, etc.)

Una vez identificadas las áreas de reubicación o sitios alternativos potenciales se registrarán en una bitácora que deberá contener al menos lo siguiente:

- Ubicación geográfica con coordenadas UTM.
- Proximidad al sitio de captura.
- Caracterización general de vegetación y en su caso fauna, así como su similitud con la del sitio de captura.
- Proximidad con sitios de asentamientos humanos.
- Características del sitio que aseguren la sobrevivencia del ejemplar a reubicar.

El personal responsable deberá delimitar y asignar los sitios potenciales para la reubicación y liberación del ejemplar rescatado. Los sitios potenciales a reubicar y liberar especies deben ser dentro del sitio de proyecto y en zonas con características ambientales similares al predio.



El personal responsable asignará las actividades necesarias de preparación previa al rescate de individuos. A continuación se mencionan algunos ejemplos dependiendo de los organismos, de esta forma se reducirá el tiempo de permanencia en cautiverio de éstos.

VI.2.3.3.1.7. Rescate de individuos

Para la captura y rescate de especies faunísticas presentes en el área de afectación del proyecto y susceptibles de ser rescatadas, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, se emplearán los siguientes métodos de captura y liberación.

Métodos de captura

Los métodos de captura para reptiles y mamíferos pequeños difieren entre los tres grupos y entre especies, especialmente para el grupo de los mamíferos pequeños que poseen hábitos fosoriales y cursoriales.

En el contexto de las medidas de rescate y reubicación se recomiendan los métodos menos invasivos para la fauna, rápidos y de menor costo de implementación, además de indicar la época del año, horas del día y condiciones ambientales propicias para aumentar la probabilidad de captura en cada uno de los grupos (ver Tabla siguiente).

La medida de rescate y reubicación idealmente debiera ejecutarse fuera del período reproductivo, esto con el objetivo de no intervenir el proceso de reproducción de las especies, a través de la captura de individuos. Sin embargo, debido a que existe un desconocimiento generalizado sobre la historia natural de la mayoría de las especies de reptiles y mamíferos pequeños (Méndez y Correa 2008), se hace difícil determinar un periodo reproductivo donde se impida ejecutar esta medida.

Además que algunos períodos pueden coincidir con las épocas del año más propicias para la captura de individuos, especialmente en reptiles.

Tabla VI. 7. Época del año, hora del día, condición ambiental y método de captura para distintos grupos

Grupo	Época del año	Hora del día condición ambiental	Técnica
Reptiles ¹	Preferentemente Primavera - verano	Durante el día (Soleado y baja humedad T° > 18°C)	• Captura con lazo, muestreo activo • Redes de mano • Manual

¹ (Lps & Reaser 1999) ² (Eymann et al 2010); (Shine & Koenig 2001); (Norton 2014) ³ (Maldonado 2007) ⁴ (Miles et al 1998; Muñoz-Pederos y Yáñez 2009)

Traslado

En el traslado de la fauna capturada es importante considerar las condiciones físicas empleadas para la retención de los individuos de los distintos grupos, y el tiempo transcurrido desde la captura hasta la liberación de los ejemplares (ver siguiente Tabla).

Tabla VI. 8. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados².

Grupo	Condiciones	Tiempo de traslado
Reptiles	Recipiente plástico con aire o bolsas de género o papel, una por ejemplar *	Máximo 10 horas
Mamíferos pequeños	En la misma trampa de captura o en jaulas, con alimento (agua/fruta durante mantención)	Antes del atardecer

Marcaje

El uso y selección de la mejor técnica de marcaje debe estar subordinada a los objetivos del estudio, la biología de las especies, estado de desarrollo de los individuos, el método de monitoreo escogido y también de los recursos disponibles (Norton 2014).

Evaluaciones de corto plazo pueden realizarse a través del uso de técnicas no invasivas, que al ser aplicadas de manera eficiente también permiten el reconocimiento individual de los especímenes relocalizados (Tellería, 1986) (ver siguiente tabla).

Tabla VI. 9. Tipo de marcas recomendadas por grupo y duración³

Grupo	Tipo de marcas	Temporalidad de la marca
Reptiles	Coloración (Pintura)	Máximo 1 mes
Micromamíferos	Crotales Coloración y/o corte de pelo	Permanente Máximo 3 semanas

Liberación

Con el objetivo de asegurar éxito en la relocalización se requiere una adecuada preparación y capacitación de los encargados, una planificación de todas las etapas, el reporte de resultados y el uso de indicadores

² * (Bustamante et al 2009)

³ Ha day 2006; Ferner 2007; y Norton et al 2014); 2 (Beausoleil et al 2004); 3(Wilson et al 1996 Gibbons y Andrews 2004 Muñoz-Pederos y Yáñez 2009)



(Germano & Bishop 2009). La liberación de animales relocizados, requiere tener en consideración los siguientes aspectos:

- Liberar pocos individuos en cada lugar (logra un espaciamento adecuado de los organismos y evita las agresiones entre individuos de la misma especie) para no superar la capacidad de carga del sitio.
- Liberar individuos adultos separados de infantiles y juveniles.
- Liberar una proporción de machos y hembras acorde con la estructura de la especie (territorial, polígama, etc.).
- No liberar depredadores cerca de presas (ej. liberar culebras e iguanas lejos de otras lagartijas, liberar yacas lejos de lagartijas y roedores juveniles).
- Evaluar la condición sanitaria de los individuos.
- Registrar marcas o cicatrices de los especímenes para favorecer su posterior identificación.

No realizar la relocización si el animal presenta problemas evidentes de salud o está muy estresado (ejemplo: grandes concentraciones de ácaros o parásitos).

Para la liberación, existen dos estrategias: rápida (hard release) y lenta o suave (soft release). En la liberación rápida los animales se liberan inmediatamente a su nuevo ambiente, tratando que encuentren refugio rápidamente. En la liberación lenta se les proporciona alimento, refugio y se les mantiene en un lugar cerrado (usualmente con malla de alambre) por algunos días hasta que se han aclimatado al nuevo hábitat (Bright y Morris 1994). Este tipo de liberación puede reducir los movimientos de dispersión y mortalidad post-liberación (Massei et al. 2010). En la siguiente tabla se presenta el tipo de liberación por grupo y el momento del día para realizarlo.

Técnicas de captura para mamíferos

Se realizarán recorridos previos al inicio de actividades para la identificación de nidos y madrigueras que pudieran ser afectadas por la maquinaria y equipo empleado en las etapas de preparación del sitio y construcción. En caso de encontrar madrigueras o nidos, se verificará visualmente si se encuentra o no ocupada.

La captura de mamíferos se realiza ya manualmente, con aparatos mecánicos (trampas), con la inyección de drogas a distancia o usando drogas administradas oralmente a través de cebos. Los progresos recientes en el uso de tranquilizantes y anestésicos (drogas) han sido un factor importante en el éxito de distintos programas de manejo de fauna silvestre.



Trampas de acero y resorte

Los agentes dedicados al control de depredadores han usado diferentes trampas de acero de fabricación comercial, conocidos como cepos (que sujetan un miembro animal). Los cepos de acero que representan un recubrimiento de hule han sido exitosos en la captura de carnívoros y otros grandes mamíferos sin causarles daño. Dentro de las trampas letales tenemos a las trampas de cuerpo Conibear. Para mamíferos pequeños tenemos las trampas más comunes como las trampas de resorte, pero ésta última no se recomienda porque son letales.

Trampas – cajas

Los pequeños mamíferos también pueden ser capturados con trampas de cajas Sherman, Havahart y Víctor. Para mamíferos medianos existen trampas Tomahawk de diferentes tamaños, plegables o fijas, con una o dos puertas abatibles.

En caso de encontrar individuos presentes se emplearán trampas tipo Sherman (para mamíferos pequeños) y jaulas (para mamíferos medianos) con apoyo de puentes naturales.

Trampas-Corral

Para la captura de animales de caza mayor se utilizarán corrales-trampa, donde se conducirán los animales mediante el uso de diferentes señuelos y cebos. Generalmente son estructuras permanentes construidas con madera y alambre.

Redes-trampa

En caso de que se observaran murciélagos, de ser necesario serán capturados mediante redes de nylon (redes de neblina) que se fabrican de diferentes largos y altos, así como de diferentes tamaños de la luz en la trama.

Técnicas de captura para Avifauna

La técnica recomendada para la captura de aves es la técnica de Redes de Niebla. Las redes de niebla modernas están fabricadas de nylon y varían en el tamaño de la malla y longitud.

Las lesiones y muertes de las aves en ocasiones ocurren por la captura y manejo, incluso cuando manejadores y anilladores con mucha experiencia siguen los procedimientos necesarios, sin embargo las lesiones y/o muerte de aves capturadas con redes de niebla no son frecuentes.

La determinación de tasas de mortalidad relacionadas a la captura y marcaje es difícil porque la captura, manejo y marcaje pueden estar próximas al momento del deceso, pero no ser la causa de éste. Un ave que muere en la red o durante el manejo, puede tener una lesión, enfermedad o condición previa tal como parasitismo severo



que ocasione la muerte. En ausencia de evidencias de lesión o depredación, la causa de muerte puede no ser evidente sin una necropsia.

Las redes instaladas para especies diurnas deberán de ser cerradas o desinstaladas al ocaso para evitar captura accidental de especies nocturnas, y viceversa. Cuando las redes se cierran, se deben de colocar pinzas para ropa o algún otro seguro para evitar que el viento las despliegues de nuevo; las secciones sueltas pueden atrapar aves nocturnas, o aves activas en las primeras horas del día.

Cuando las redes de niebla se instalen cerca del suelo, es importante limpiar el área de vegetación y otros residuos de manera que las aves no sean pasadas por alto cuando se revisan las redes. Aunado a esto, es más difícil extraer un ave de la red cuando esta se encuentra enredada en la vegetación.

Las redes de niebla deberán de ser revisadas con frecuencia; el número de redes instaladas debe reflejar el número de mano de obra capacitada que está disponible para revisarlas (Recher et al. 1985). Las aves son susceptibles al calor, frío, sed y hambre y no deben permanecer en las redes más tiempo del necesario (Recher et al. 1985). Si el sustrato debajo de una red se calienta por el sol, pueden alcanzarse temperaturas letales para aves pequeñas en corto tiempo. Igualmente, el frío extremo plantea un problema similar, especialmente para especies pequeñas.

Las redes deben de estar sombreadas o posicionadas de manera que eviten la exposición directa al sol. El trampeo o atrapado con red debe de ser evitado en temperaturas menores a los 0° o superiores a los 35°C, o en climas ventosos o lluviosos.

Las redes y trampas deben de ser observadas o revisadas por lo menos cada 20 minutos durante la temporada de anidación, migración, o si está más caliente o frío debido a las condiciones micro climáticas del área y cada 30 minutos (por lo menos una vez por hora) durante el resto del año.

Se deberán instalar medidas contra la depredación. Si los depredadores en el área parecen estar observando las redes, éstas deben de ser plegadas. Si un ave es capturada por un depredador, se revisarán las redes más frecuentemente o se plegarán. Los depredadores terrestres –inclusive las ranas – pueden extraer aves del panel más bajo de una red, así que puede ser adecuado levantarla un poco para prevenir este problema.

La eliminación de depredadores no es una opción aceptable, y eliminar aves rapaces es un delito federal al Tratado de Aves Migratorias (16 U.S.C. 703 et seq.). Antes de liberar aves, hay que buscar si hay depredadores en el área y revisar la condición del ave.

Las aves que han sido capturadas pueden estar desorientadas, débiles o más lentas, dificultando así que evadan a los depredadores. Las hormigas de fuego y otros insectos pueden ser problemáticos.



Despejar la vegetación por debajo de las redes y levantarlas para evitar contacto con vegetación o suelo es necesario en estos casos. Adicionalmente es bueno saber si hay mamíferos mayores en el área, y que son conocidos por ocasionar problemas a las redes de niebla.

La extracción de aves de las redes de niebla requiere de entrenamiento y destreza adquirida por experiencia. Un gancho para tejer delgado puede ser utilizado para ayudar a extraer aves enredadas de una red. Unas tijeras pequeñas o navaja pueden ser utilizadas para cortar la red en los casos más difíciles. No es frecuente que un ave se enrede de la lengua en la red, pero en estos casos hay que tener sumo cuidado al retirarla.

Técnicas de captura para herpetofauna

Captura directa

Para la captura de reptiles, pueden atraparse manualmente al buscarlos en su ambiente, por ejemplo, debajo de tocas o troncos y otros objetos en los que pueden esconder. Es recomendable usar guantes de cuero al buscar reptiles o revisar trampas. Especialmente cuando hay riesgo de encontrar serpientes venenosas.

El uso de una lazada de acuerdo delgada sujeta al extremo de una vara o de una caña de pescar es una técnica efectiva para atrapar por el cuello a lagartijas de diversos tamaños y de comportamiento huidizo cuando se posan momentáneamente en lugares al alcance de una persona.

Los ganchos o bastones herpetológicos son de gran ayuda para la captura de reptiles ya que al remover hojas, piedras, troncos, ramas, etc., se puede evitar una mordedura además de no maltratar a los organismos por capturar.

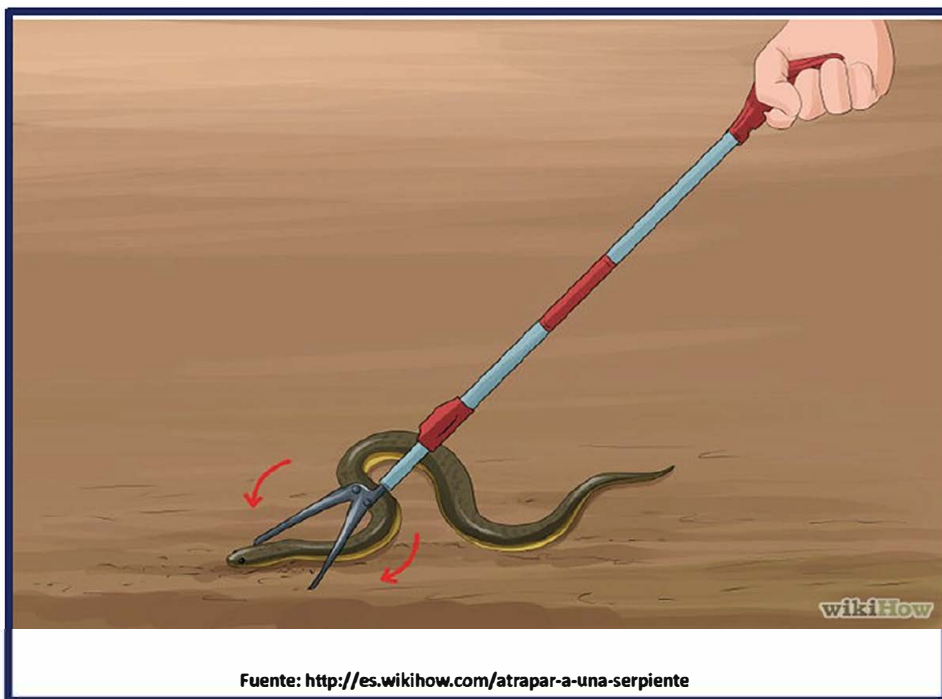
Las lagartijas también se pueden por medio de ligas de hule gruesas, lanzándolas al estirarlas con un dedo y orientadas hacia el individuo, de manera que al golpearlo produzcan una inmovilización temporal que permite atraparlo.

Para el rescate de reptiles se emplearán pinzas y ganchos controladores o en su caso una vara para su manipulación. Para el traslado es recomendable utilizar un costal, esto para que el reptil se tranquilice y se pueda trasladar de forma segura al sitio de reubicación asignado. La captura de serpientes requiere de un procedimiento que consiste en inmovilizar la cabeza.

Primero se sujeta la cabeza con un bastón herpetológico contra el suelo en un lugar firme y se toma la parte posterior de la cabeza con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, con la otra mano se sujeta el cuerpo (ver figura), posteriormente se deposita en una bolsa de tela, introduciendo primero la parte posterior, el saco debe torcerse, doblarse y amarrarse en un extremo.

Es conveniente transportar la bolsa alejada del cuerpo, no es recomendable que un solo colector lleve una serpiente venenosa, ya que podría necesitar ayuda en caso de mordedura.

Figura VI. 2. Manipulación de una serpiente para inmovilizarla



Captura con trampas y barreras de desvío

Las trampas terrestres con barrera de desvío han sido ampliamente utilizadas en inventarios de la herpetofauna, debido a su efectividad en la captura de reptiles que difícilmente se pueden capturar por otros métodos. Se han probado diferentes materiales con la finalidad de facilitar su instalación y disminuir costos. Como su nombre lo indica, este tipo de trampa consiste en construir una barrera física que impide el libre tránsito de los animales que deambulan en un área dada, los que pueden ser atrapados al entrar en trampas de foso y/o trampas de cilindro o de embudo colocadas junto a la barrera.

El material de la barrera puede ser lona de plástico o lámina de aluminio o galvanizada enterrado en el suelo 10 cm, y con al menos 50 cm sobre el suelo para atrapar a los organismos que entran y salen del área. Las trampas de foso son cubetas o botes de 5 a 20 litros de capacidad que se instalan junto a la barrera enterrados a ras de suelo y separados entre 5 a 10 metros dependiendo de la longitud de la barrera. Cada trampa de foso requiere de orificios de drenaje en el fondo y de una cubierta de madera o plástico levantada de suelo unos 5 cm. La revisión de las trampas se realiza visitando cada una diariamente o en días alternados.

VI.2.3.3.1.8. Reubicación de sitios alternativos

Los ejemplares de fauna rescatados una vez identificados y registrados, serán trasladados de la manera más inmediata posible a áreas semejantes a su hábitat o sitio de captura, lo que favorecerá la pronta recuperación de la fauna rescatada.

VI.2.3.3.1.9. Registro en bitácora

A todos los individuos capturados y reubicados se les deberá de tomar datos taxonómicos, morfométricos, fotografías, coordenadas de captura y liberación, así como información de las condiciones del hábitat, esto se especificará en el siguiente formato de registro:

Figura VI. 3. Propuesta de formato de bitácora de manejo de fauna silvestre

Registro de rescate y reubicación de fauna									
Responsable		Fechas de actividades de captura							
Actividades de captura					Actividades de reubicación				
Especie	Nombre común	Hora de captura	Lugar de captura		Fecha de reubicación	Hora	Lugar de reubicación		Observaciones
			X	Y			X	Y	

Respecto al anexo fotográfico, se deberá indicar a pie de cada imagen el nombre científico en cursivas de cada ejemplar capturado, así como el nombre común.

Para monitorear a los individuos rescatados se dará seguimiento a las actividades de monitoreo que se describe posteriormente.

VI.2.3.3.1.10. Elaboración de reporte de actividades

Se elaborará un reporte trimestral durante el primer año, posterior a ello podrá de manera semestral durante la etapa constructiva, de las actividades realizadas en donde se muestre:

- Periodo de actividades reportado.
- Descripción de las áreas donde se llevó a cabo el rescate.
- Descripción de las actividades de manejo, rescate y reubicación implementadas.
- Número de individuos rescatado por especie, con especial atención, en el caso de que se presenten dentro del predio especies bajo algún estatus de protección conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



- Proporción de ejemplares capturados en relación al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie e índice de supervivencia de los ejemplares rescatados.
- Reportar incidentes por un inadecuado manejo, traslado o reubicación de los organismos.

VI.2.3.3.1.11. Actividades de monitoreo

El monitoreo permitirá evaluar la permanencia o desplazamiento de la fauna. A través del monitoreo y su análisis integrado se podrá dar seguimiento a las acciones de rescate y reubicación de especies en el cual, se busca mantener la sobrevivencia de especies y su fácil adaptación al ser reubicados los individuos de fauna en sitios similares en sus características ambientales al sitio del proyecto

Al respecto, es importante aclarar que es imposible monitorear la fauna en su totalidad, por ejemplo, las especies de aves por su forma de desplazamiento. Sin embargo, es posible hacerlo de manera aproximada mediante especies o grupo de lento desplazamiento.

Considerando que existen especies de interés particular, por ejemplo, especies reportadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, las especies o grupos y los parámetros seleccionados para el monitoreo de fauna son: riqueza específica, abundancia relativa, índice de diversidad de especies, indicadores biológicos y especies de interés particular.

Monitoreo y Sitios de muestreo

El monitoreo se propone en dos etapas. La primera etapa corresponde al muestreo inicial (inventario) que fue realizado previo a la preparación del terreno y cada 6 meses durante la construcción del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en caverna de sal geológicamente estable. Para la segunda etapa, se plantea que el monitoreo se realice dos veces al año.

Se propone registrar los cambios generales en la biodiversidad utilizando 3 grupos indicadores de vertebrados: aves, mamíferos y reptiles.

Considerando los 3 grupos de indicadores y la diversidad de fauna representativa en la zona del proyecto, se propone utilizar ejes de muestreo, sobre los que cruzarán transectos y sobre dichos transectos se localizarán puntos de muestreo.

Métodos para el monitoreo de mamíferos, aves y reptiles

Existen varios métodos para el monitoreo de mamíferos, aves y reptiles. Los más detallados, y por lo general los más costosos, son aquellos en los que media la captura de los animales. Esta técnica permite obtener información tal como sexo, edad, peso y tamaño de los individuos. Además, los animales pueden ser marcados



para luego ser identificados en eventuales recapturas durante el monitoreo. Técnicas de radio-telemetría son otro tipo de marca que permiten estimaciones precisas sobre ámbitos de hogar e información de movimientos y preferencia de hábitats de los animales bajo estudio.

a) Métodos directos

Los métodos directos son los conteos de los animales observados en un determinado recorrido. Para esto se deben seleccionar varios transectos de una misma distancia; por ejemplo 1 kilómetro de largo. Los transectos deben estar distribuidos idealmente en forma aleatoria, o de forma práctica y factible para el muestreo en una superficie de territorio dado.

Cada recorrido debe hacerse de tal forma que el tiempo de observación invertido en cada transecto sea el mismo. También se debe escoger una distancia mínima de detección a cada lado del transecto, puede ser 1 m para reptiles y mamíferos y de 30 m considerando aves.

Si las especies bajo monitoreo tienen hábitos nocturnos, se requiere realizar los conteos durante la noche. En caso que se conociera que una especie es más activa al atardecer o al amanecer, este debe ser el horario óptimo para realizar los conteos, pues así habría una mayor probabilidad de detección de los individuos.

b) Métodos indirectos

Los métodos indirectos se basan fundamentalmente en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente.

Los rastros más comunes que se encuentran son huellas, excrementos, piel (reptiles), marcas en troncos, rascaderos, madrigueras, echaderos de descanso, partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por depredador), y olores.

Para el conteo de rastros se deben también establecer varios transectos fijos de igual longitud, los cuales deben recorrerse en forma sistemática cada cierto tiempo e idealmente durante un mismo horario. Los rastros contabilizados deben permitir la identificación precisa de la especie que los dejó.

Método de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles que será aplicado para el área del proyecto.

El método a aplicar es por transectos fijos y por el método indirecto de conteo de huellas. El número de transectos y la duración del monitoreo estará definido por las áreas de conservación, corredores y áreas de protección. También es importante mencionar que la capacidad de movilidad dentro del área a monitorear será un componente importante para hacer de manera eficiente los recorridos diurnos o nocturnos.



Método indirecto

Se recomienda el uso de huellas como principal rastro para cualquier monitoreo de mamíferos y reptiles con métodos indirectos. Esto porque a diferencia de otros rastros, es más fácil encontrar guías con huellas y sus correspondientes medidas. Otros tipos de rastros identificables pueden ser utilizados como complemento de la información de campo durante el monitoreo.

Formato de recolecta de datos

La anotación de todos los datos de campo se hará en formatos realizados ex profeso, con un contenido similar al que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla VI. 10. Formato guía de registro para el monitoreo ambiental de la fauna del proyecto

Transecto:		Colecto:		Fecha:
Distancia	Nombre de la especie	# de huellas	Tipo de vegetación	Observaciones
0+100				
0+nnn				

Identificación de huellas y rastros

Este componente estará soportado con información de guías especializadas en cada una de las especies a considerar, así como con la información recopilada en campo y las fuentes bibliográficas.

El soporte de análisis de fotografías tomadas en campo para su posterior identificación permitirá el tener un expediente más específico de las características de las huellas, tanto para mamíferos y reptiles.

Con referencia a los reptiles, será conveniente caracterizar los componentes de las huellas de las especies base, considerando que no varían los rastros dejados por los reptiles en la zona del proyecto tomando en cuenta que la característica del suelo es arenoso.

Identificación de aves

El procedimiento de avistamiento será soportado con guías de campo, fotografías y el conocer de antemano las especies que se presentan en la zona del proyecto. Será de importancia el incrementar la lista de especies base a darle monitoreo como un elemento extra de conocer las variaciones de diversidad de especies por época del año.

VI.2.3.3.1.12. Indicadores de seguimiento

Toda la información recopilada en campo será capturada en una base de datos específica para fauna. Lo anterior permitirá el analizar las variables tomadas en campo de cada uno de los transectos hechos en la zona del proyecto. Los indicadores de seguimiento propuestos para éste programa son:

- ✓ Total acumulado de número de ejemplares de fauna rescatados y reubicados.
- ✓ Número de capturas en días sucesivos; para el caso de rescate en días consecutivos, en los que se determina el número acumulado de capturas, de tal forma que se pueda estimar el nivel de saturación de capturas, a partir del cual se puede determinar que ya se han rescatado o ahuyentado la mayor parte de los individuos.
- ✓ Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total del proyecto.
- ✓ Tendencias poblacionales de la fauna del ecosistema posterior a la ejecución del proyecto.
- ✓ Registros de monitoreo (bitácora, fotografías, etc.) para el seguimiento de rescate y reubicación.

VI.2.3.3.1.13. Cronograma de actividades

A continuación, se presenta un cronograma de actividades para el Programa Manejo de Fauna.

Tabla VI. 11. Cronograma de actividades

Etapa del proyecto/Actividades	Años/meses																	
	Meses/ Año 1						Meses/Año 2						Meses/Año 3					
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
Actividades de rescate y reubicación de fauna																		
Contratación de técnico especializado y personas de comunidades cercanas																		
Delimitación de área de desmonte y despiece																		
Recordos de identificación																		
Rescate de individuos																		
Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales																		



Etapa del proyecto/Actividades	Años/meses																	
	Meses/ Año 1						Meses/Año 2						Meses/Año 3					
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
Reubicación en sitios alternativos																		
Acciones de monitoreo																		
Reporte de actividades																		

VI.2.4. Programa de rescate y reubicación de flora

Ante el compromiso ambiental del proyecto para la protección y conservación de flora, se plantean estrategias ambientales bajo un programa debidamente estructurado, en la que se incluyen actividades de revegetación orientadas al fortalecimiento y restauración del hábitat, a fin de conservar y proteger el ecosistema de tipo agrícola, así como los servicios ambientales que estos nos brindan, todas ellas en su conjunto forman parte integral del Programa de Manejo de Flora.

La revegetación de un espacio degradado se refiere a la implantación de una cubierta vegetal estable (autóctona o alóctona) cuya finalidad puede ser variable: estabilizar terrenos en pendiente, controlar la erosión, mejorar el aspecto visual, etc., y en particular para el proyecto sería controlar la erosión. Éste última actividad es un proceso en el cual se cubre con plantas en especial de especies nativas en espacios que fueron deforestados.

En general las acciones propuestas en la implementación y ejecución del Programa de manejo de flora, son la revegetación y el monitoreo como seguimiento para un mayor porcentaje de éxito.

VI.2.4.1. Impactos ambientales que atiende

- Pérdida de individuos de flora
- Distribución de individuos de especie de fauna
- Pérdida de hábitat

VI.2.4.2. Objetivo

General:

- Minimizar el impacto negativo a la vegetación del área que ocupará el proyecto, causado por el desarrollo del mismo, mediante actividades de rescate y reubicación de especies vegetales.



Específicos:

- Establecer las acciones que se deberán llevar a cabo para el rescate, transporte y reubicación de las especies de difícil regeneración y lento crecimiento o de interés ecológico.
- Rescate y reubicación de especies leñosas que no sobrepasen el 1.5 m de altura.
- Utilizar las mejores técnicas de rescate y reubicación de las especies de flora, para así obtener el éxito de sobrevivencia de estas.
- Localizar y delimitar el sitio donde se reubicarán las especies rescatadas.
- Realizar un calendario de actividades y acciones a desarrollar.

VI.2.4.3. Acciones propuestas

El presente Programa de Manejo de Flora se centra principalmente en las acciones a ejecutar para el rescate, manejo y reubicación de las especies afectadas por el cambio de uso de suelo del proyecto.

El número de especies vegetales a rescatar y reubicar es de especies que son consideradas de interés especial por su lento crecimiento y difícil regeneración o interés ecológico regional.

VI.2.4.4. Personal especializado requerido

Para la implementación del programa se requiere de un especialista quien se responsabilice de coordinar las acciones de revegetación y monitoreo.

Dentro de las tareas asignadas para el responsable técnico es que deberá garantizar que el personal que se desempeñe durante el desarrollo del proyecto cumpla con las medidas para la protección y conservación de las especies vegetativas.

VI.2.4.5. Actividades de rescate

Para realizar la ejecución del proyecto, primeramente, se deben llevar a cabo acciones de rescate, trasplante y reubicación de las especies vegetales tal como se describe a continuación.

VI.2.4.5.1. Material y equipo

El material por utilizar para el rescate de flora es el siguiente.

Tabla VI. 12. Materiales y equipos a utilizar

Equipo o material	
Guantes de carmaza	Geoposicionador satelital (GPS)
Palas	Tabla
Picos o talacho	Cámara fotográfica
Bolsas de plástico	Hojas de campo
Carretillas	Cajas de cartón
Vehículo	Machete
*Tractor Bulldozer topador D8T-MCA	Trituradora de ramas
*Retroexcavadora con cargador frontal 8A HP CAP. 0.96 m³	*Caterpillar 310 HP

*Esta maquinaria es la que se sugiere emplear, sin embargo, la promovente tendrá la opción de cambiarla según su conveniencia, debiendo garantizar que la maquinaria empleada se encuentre en óptimas condiciones de operación durante el tiempo en que sea requerida.

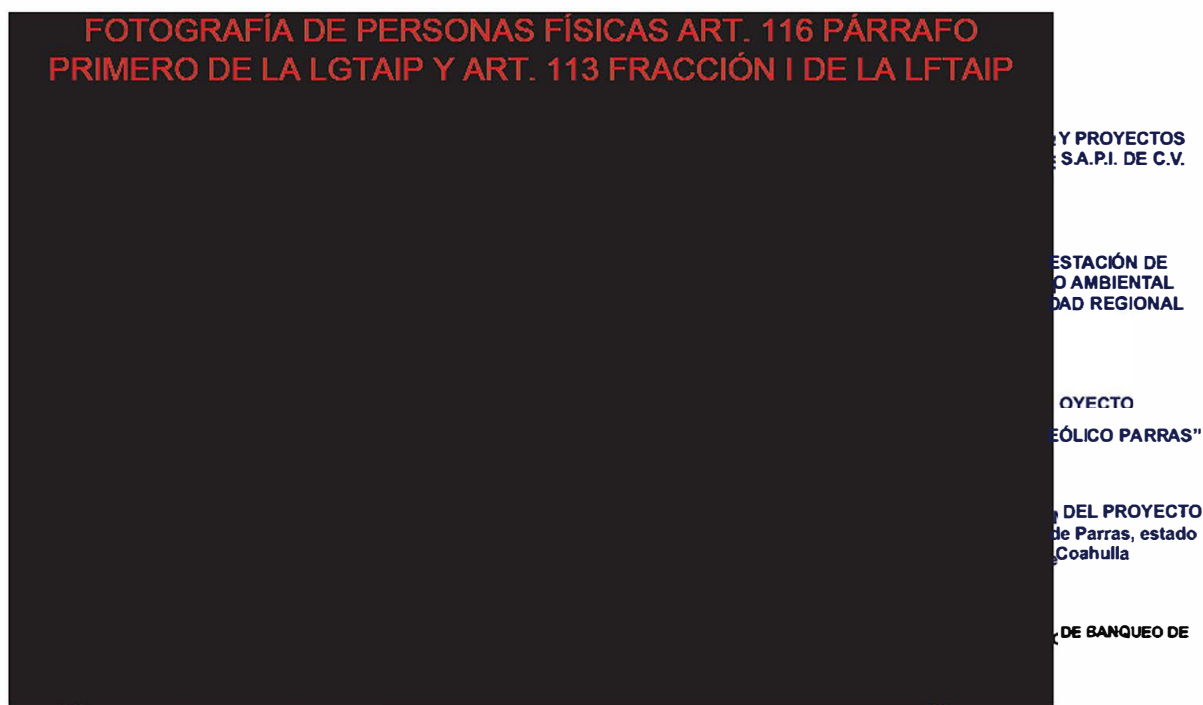
VI.2.4.5.2. Rescate

Previo al inicio de la ejecución del Programa de manejo de especies de flora, se propone la impartición de un curso de capacitación al personal técnico y de campo que realizará dicha actividad, así como a los contratistas que desarrollarán el proyecto; abordando principalmente los temas relativos a la caracterización e importancia del hábitat, a las técnicas de rescate y reubicación, así como para dar a conocer las condicionantes y lineamientos técnicos de las autorizaciones en materia de cambio de uso del suelo e impacto ambiental. El tema de las técnicas de rescate y reubicación a ofrecerse en el curso de capacitación consistiría en dos etapas: la teórica, dentro de un aula, para explicar el instructivo para el manejo de individuos arbóreos y la práctica, con actividades en campo, donde mediante el ejemplo se explican los detalles de los métodos a razón de la estructura física de cada especie.

Individuos arbóreos o cuya altura alcanza los 1.5 m

Debido a que en el trasplante se remueve hasta un 95% del sistema de raíces absorbentes de los individuos, estos deben ser preparados mediante una serie de operaciones que aseguren la producción de raíces finas cerca del tronco y mediante la protección del sistema de raíces. A continuación, se describen las maniobras requeridas.

Banqueo: consiste en hacer una zanja alrededor del individuo con el fin de formar una bola o cepellón donde quedarán confinadas las raíces que va a llevar el individuo a su nuevo sitio. El diámetro de la bola debe ser 9 veces el diámetro del tronco del individuo. La profundidad depende de la extensión de las raíces laterales. Los lados deben de ir en declive, de tal manera que la parte superior sea mayor que la base. Los cortes deben hacerse con una pala recta y las raíces podadas con los mismos criterios que se emplean en la poda de la parte aérea, como se puede apreciar en la siguiente figura. En el curso se deberá explicar cómo realizar esta actividad.

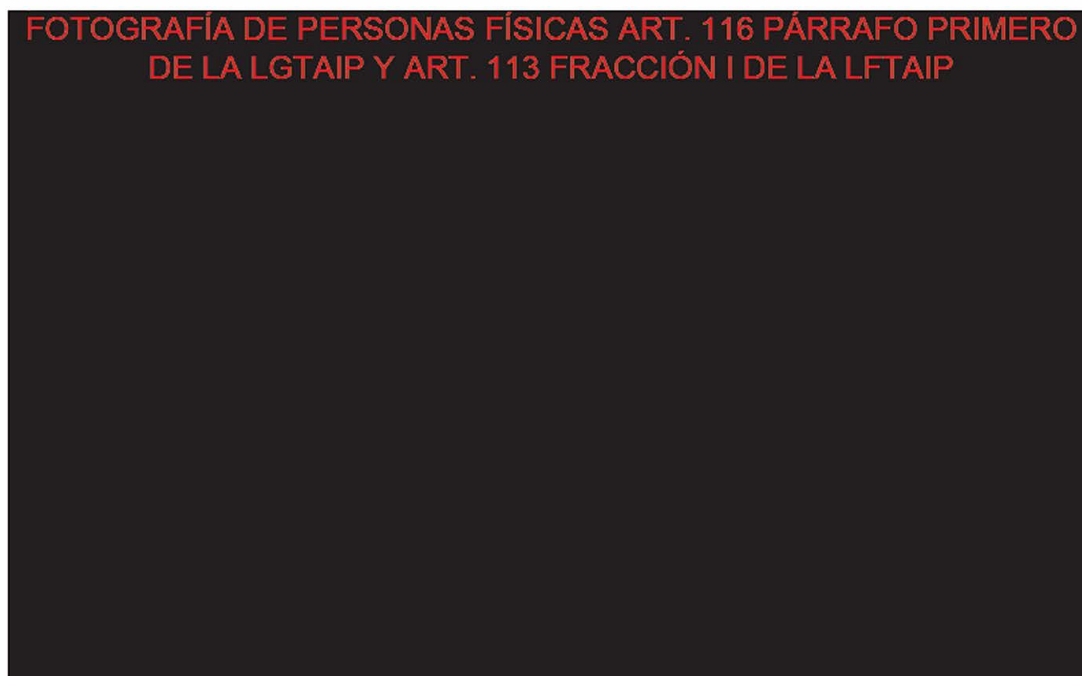


Arpillado: consiste en envolver la bola primero que nada con un material que proteja de roturas y la desecación con arpilla o tela de costal. Luego se hace un amarre en forma de tambor, con cuerdas laterales de henequén en la base y en la parte superior. Una vez envuelta y amarrada, la cuerda puede ser cortada con un cable de acero, sin necesidad de ladearla.

El cable de ½ pulgada, es colocado por debajo de la bola y tirado con una fuerza de tracción para que corte limpiamente la parte inferior.

En la siguiente figura se aprecia cómo a un pequeño árbol se le está realizando el arpillado, para ser transportado al área de reubicación, agregándole un leve riego para evitar el estrés de la planta.

Figura VI. 5. Ejemplo de arpillado



Remoción y traslado: los individuos con porte arbóreo pueden ser removidos con la ayuda de una carretilla o un “diablito”, para moverlos hasta el vehículo que los transportará al área de reubicación. No deben ser levantados del tronco, ya que esto les causa daño a la corteza y a la bola de la raíz. En la Figura 7 se puede apreciar a un arbusto que fue arpillado para ser trasladado al área de reubicación.

- a) Traslado de plantas con bolsas en vehículo (en el caso de árboles, cuya altura llegue a los 1.5 metros).
Al acomodar los ejemplares en el vehículo, se procurará que exista un espacio suficiente, que permita su mejor estibado; procurando que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan; asimismo, no estibar más de dos niveles; además, de cuidar que el tallo y las hojas no sufran dobleces o quebraduras.
- b) Acarreo de plantas en carretilla. De designarse un sitio de acopio en la periferia del propio predio, el acarreo puede hacerse por personas auxiliándose de cajas o huacales, transportados en carretillas. En este caso solo se debe cuidar que las plantas queden bien acomodadas y tengan el menor movimiento posible.

En las imágenes de muestra, el cepellón se cubrió con hule negro, pero es importante resaltar que si la planta permanece mucho tiempo al sol envuelta en plástico negro, se elevará mucho su temperatura y se dañarán sus raíces, por lo que lo más conveniente es utilizar arpillado o costal de ixtle.



En su defecto, en caso de utilizar el hule, se deberá mover a la planta inmediatamente al área de reubicación sin que esta permanezca mucho tiempo envuelta. Las condiciones del área de reubicación deben ser similares a las del sitio de donde fue rescatada cada planta. En el caso ejemplificado, la planta contaba con sombra de un árbol, por lo que en su área de reubicación también debía contar con algo de sombra. Siendo así, se procedió a transportarla al área de reubicación y plantarla bajo la sombra de otro árbol, a una altitud y con una exposición similar a las que tenía originalmente.

VI.2.4.5.3. Técnicas de trasplante

Tanto en el caso del trasplante de ejemplares completos, como en la plantación de brazos de cactáceas, es necesario preparar el suelo en forma previa mediante la construcción de cepas de plantación, y cuyas dimensiones van a depender del tamaño del ejemplar a plantar (brazo o cuerpo completo); considerando que el tamaño de la cepa debe ser mayor que el tamaño del cepellón, al menos el doble del diámetro y un 50% más de hondo. Es importante considerar que la reubicación de las especies debe realizarse durante las primeras horas de la mañana, con la finalidad de que los individuos reubicados se adapten al nuevo sitio con el menor calor y radiación solar posible.

Una vez construida la cepa, se realizará una preparación que consiste en la mezcla de la tierra removida del lugar, agregando una proporción de materia orgánica proveniente de tierra de hoja certificada, con el objeto de optimizar las condiciones de fertilidad de la casilla. De esta forma, una vez preparado el sustrato, se aplica enraizante en polvo en todas las raíces del cactus, o bien en la zona de contacto del brazo con el suelo, con el objetivo de favorecer el rápido arraigamiento de los ejemplares en el nuevo sitio de trasplante.

Cuando el trasplante es a raíz desnuda, lo más importante es cuidar que la planta se introduzca al hoyo de manera adecuada sin que la raíz sufra estrechez que pueda deformarla.

El cuello de la planta (inicio del tallo) debe quedar por lo menos al ras del suelo, o preferentemente un poco debajo, para prevenir un asentamiento del sustrato. La tierra fina que cubre el sistema radicular, es presionada con la mano, mientras que el relleno total del hoyo es compactado mediante pisoteo.

Por ningún motivo se debe enterrar el contenedor o envase en el que se envolvió la raíz al momento de extraerse de su sitio de origen. Finalmente se aplica un riego de establecimiento y se realiza el levantamiento de la ubicación geográfica en cada ejemplar (de la misma forma que en el proceso de extracción), registrando las coordenadas UTM en cada lugar de trasplante.



VI.2.4.5.4. Lugar de reubicación

La ubicación propuesta para el trasplante de las especies rescatadas se delimitó considerando condiciones similares a las que se encuentran en la zona propuesta para las obras que es donde se localizan el total de especies a rescatar; entre dichas condiciones destacan que presenta tanto el mismo tipo de suelo, así como la variación altitudinal de acuerdo a las curvas de nivel.

VI.2.4.5.5. Evaluación y seguimiento

Una vez concluido el proceso de rescate y reubicación de la flora, se llevará un seguimiento a mediano plazo, con el objetivo de evaluar la proporción de individuos que permanecen vivos y en buen estado de sanidad y vigor.

El seguimiento de las actividades de rescate y reubicación de flora silvestre permitirá comprobar los resultados y la eficiencia obtenida por la implementación de las medidas de mitigación y compensación al componente de vegetación, por lo que esta información debe ser comunicada a las autoridades dentro de los informes periódicos que serán entregados a la ASEA, de acuerdo al tiempo y forma que la misma ASEA lo solicite.

Para generar la información y evaluar la eficiencia de las acciones que se incluyen en el presente Programa de Rescate y Reubicación de Flora, se atenderá a los siguientes puntos.

VI.2.4.5.6. Bitácoras de registro de rescate y reubicación de flora

Primeramente se deberá llevar un registro de las acciones de rescate y reubicación de ejemplares de las especies de interés especial por su difícil regeneración y lento crecimiento, que se encuentren en las áreas que serán intervenidas para la realización del proyecto; por lo que se deberá llenar un formato por cada ejemplar rescatado, los cuales en su conjunto integrarán la bitácora de registro.

Dicho formato contendrá información general de las especies vegetales que sean objeto de las acciones de rescate y reubicación, descripción de las condiciones en las que se encontraba antes de su rescate y después de su trasplante, y se deberá acompañar con fotografías que pongan en evidencia las actividades realizadas.

A continuación se presenta un ejemplo del formato de rescate y reubicación de especies de flora, el cual deberá ser llenado para dar seguimiento a las actividades propuestas en el presente documento. Dicho formato deberá integrarse en la Bitácora de Rescate y Reubicación de Flora que se podrá anexar al informe periódico de seguimiento que será entregado a la ASEA.

Cabe mencionar que el formato que se presenta es con fines de referencia, por lo que podrá ser modificado, ampliado y/o sustituido según los requerimientos que se vayan presentando al ejecutar el seguimiento de medidas, siempre y cuando expongan como mínimo la información básica contenida en éste (Figura siguiente).

Lo anterior contribuirá a un mejor seguimiento de medidas con base en bitácoras mejoradas a través de la experiencia en el campo, así mismo se dará certeza a la autoridad del cumplimiento de estas, haciendo que todas las medidas sean ubicables, medibles y cuantificables.

Figura VI. 6. Formato de rescate y reubicación de flora

FORMATO DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA			
Datos generales			
Folio:		Clave/ID:	
Proyecto:			
Fecha:			
Responsable de campo:			Firma
Acciones de Rescate			
Especie:			
Nombre común:			
Lugar de donde fue rescatado:			
Coordenadas del sitio	X	Y	
de donde fue rescatado:			
Hora del rescate:			
¿Se aplicó fungicida?	Sí	No	Especificar cual:
¿Se aplicó cicatrizante?	Sí	No	Especificar cual:
Personas que lo rescataron:			
Departamento/Cargo:			
Observaciones:			
(condición del ejemplar al rescatario, técnicas aplicadas, equipo y materiales utilizados, condiciones del sitio, se aplicó)			
Acciones de Reubicación			
Lugar donde fue trasplantado:			
Coordenadas del sitio	X	Y	
donde fue trasplantado:			
Hora de trasplante:			
¿Se aplicó enraizante?	Sí	No	Especificar cual:
¿Se aplicó riego?	Sí	No	
Personas que lo trasplantaron:			
Departamento/Cargo:			
Observaciones:			
(Cómo fue transportado, condición del ejemplar al trasplantarlo, técnicas aplicadas, equipo y materiales utilizados, condiciones del sitio de reubicación)			

VI.2.4.6. Indicadores de realización de las medidas de rescate y reubicación de especies de flora

Los indicadores de realización son aquellos que medirán la aplicación y ejecución efectiva de las acciones propuestas, y deberán ser estimados con base en los Formatos de Rescate y Reubicación de Flora que se hayan llenado durante la ejecución de estas maniobras.

Los indicadores de realización a considerar son:

Tabla VI. 13. Indicadores de realización

Acción	Indicadores de realización
Rescate y reubicación de flora protegida y de las especies susceptibles a rescate	Número de plantas rescatadas
	Número de plantas reubicadas
	Relación de plantas rescatadas entre número estimado de plantas por rescatar

VI.2.4.7. Indicadores de eficacia de las medidas de rescate y reubicación de especies de flora

Los indicadores de eficacia son aquellos que medirán los resultados obtenidos por la aplicación de las acciones propuestas, y también deberán ser estimados con base en los Formatos de Rescate y Reubicación de Flora que se hayan llenado durante la ejecución de estas maniobras.

Estos indicadores posibilitarán la evaluación de la efectividad de las acciones propuestas en el presente documento, con lo que se podrá identificar la necesidad de implementar medidas alternativas para lograr los objetivos establecidos, en caso de que las medidas ejecutadas no estén siendo adecuadas.

El grado de cumplimiento será establecido mediante el porcentaje de sobrevivencia a 6 meses y a 1 año; la eficiencia será establecida como válida o aceptable si sobrevive más del 80% de los individuos plantados.

Tabla VI. 14. Indicadores de eficacia

Acción	Indicador de eficacia
Rescate y reubicación de flora protegida y de las especies susceptibles a rescate	Sobrevivencia del 80% de los individuos rescatados y reubicados después de un año

En caso de no cubrir con el valor aceptable, el Supervisor Ambiental deberá considerar, evaluar e implementar medidas urgentes para solventar la ineficiencia de la medida propuesta para salvaguardar la integridad de la flora.

VI.2.4.8. Procedimiento para dar seguimiento a la sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados

El seguimiento es una actividad muy importante para garantizar que los individuos de flora reubicados cuenten con los elementos necesarios de sobrevivencia, así como identificar posibles perturbaciones y aplicar a tiempo las correcciones necesarias y adecuadas. Los puntos de seguimiento se enlistan enseguida:

- Se realizará un plan de monitoreo, que incluirá recorridos periódicos en el área de reubicación de las especies de flora
- Se realizará un diagnóstico del estado fitosanitario de la flora reubicada a los 6 meses y al año de haberse trasplantado
- En caso de que la flora reubicada presente problemas de sanidad o estrés, se procederá a realizar las correcciones necesarias, ya sea aplicando productos de eliminación de plagas y enfermedades o aplicando riegos si es por estrés hídrico
- Se realizará un reporte del estado de la vegetación en cada recorrido
- Se integrarán los reportes y los formatos en las bitácoras correspondientes para contar con antecedentes, así como también para elaborar los informes requeridos en tiempo y forma para ASEA.

El establecimiento de un plan de monitoreo tiene un objetivo fundamental, que es diagnosticar, corregir y solucionar los posibles problemas de las plantas reubicadas. El objetivo final es lograr la sobrevivencia de los individuos de flora reubicados y monitorear su evolución con base en una serie de criterios. Para fines de este Programa, se entiende por criterio el conjunto de elementos o variables cuantitativas o cualitativas que pueden ser medidas o descritas y que cuando se observan a través del tiempo demuestran tendencias, con las que se puede evaluar el desarrollo y manejo de los ejemplares de flora rescatados y reubicados.

Considerando que existen diferentes aproximaciones en la definición de los criterios a utilizar, la siguiente proposición se basa en los más adecuados para valorar el éxito del rescate y reubicación de la flora en el área:

- Mantener la diversidad biológica (mantener las especies reubicadas)
- Aumento de la capacidad productiva (volumen y peso)
- Medición de la sanidad y vitalidad de los individuos de flora reubicados
- Porcentaje de contribución al ciclo de carbono y producción de oxígeno al corto, largo y mediano plazo
- Porcentajes de sobrevivencia



- Retención de suelos

VI.2.4.9. Cronograma de actividades

Calendarización de actividades y acciones a desarrollar

Las actividades para la preparación del sitio, y específicamente hablando del desmonte de la vegetación, se pretende iniciar una vez emitido el resolutivo con la autorización por parte de la ASEA para el desarrollo del proyecto, tanto en materia de impacto ambiental como de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Se estima que la remoción de la vegetación por cada pozo o caverna de almacenamiento (0.72 ha) se efectúe en un lapso máximo de 24 meses a partir de recibir las autorizaciones correspondientes y de conformidad a las necesidades comerciales. El desmonte será realizado de manera manual y mecánica, pero de ninguna manera se usarán agroquímicos, fuego u otro mecanismo de mayor impacto que el que se ocasiona con los desmontes manuales.

La instrumentación de las tareas del Programa de Manejo de Flora para el proyecto, comenzarán inmediatamente antes o en su defecto de forma simultánea a las acciones de desmonte y despalle, las cuales como se muestra en la siguiente tabla, se contemplan inicien 2 meses después de obtenidas las autorizaciones. Las acciones de Rescate y Reubicación de especies de flora serán llevadas a cabo en un periodo estimado de 6 meses.

Tabla VI. 15. Cronograma de actividades por el período de un año

PREPARACIÓN DEL SITIO (Actividades propias de la preparación del sitio y construcción)	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demarcación de las áreas aprobadas (estacado etc...)	X	X										
Desmonte			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trozado de materia vegetal producto de desmonte			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Despalle			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recuperación de suelo orgánico			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza de los residuos orgánicos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nivelación de terreno									X	X	X	X
Monitoreo ambiental por parte de departamento de seguridad y medio ambiente de ASSE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



PREPARACIÓN DEL SITIO (Actividades propuestas para la preparación del sitio y construcción)	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rescate y reubicación de especies de flora protegida de difícil regeneración o lento crecimiento			X	X	X	X	X	X				
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna ocasionada dentro de las áreas de remoción de vegetación			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

VI.2.6. Programa de Reforestación

Las actividades de despalme exponen al suelo directamente a factores ambientales como son la lluvia, el viento, la pérdida de nutrientes, así como la posible contaminación por las actividades humanas desarrolladas principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

La primera afectación directa será ocasionada por el despalme, por lo tanto para recuperar y conservar el suelo orgánico es necesario aplicar acciones sencillas, encaminadas a preservar sus propiedades fisicoquímicas.

En este contexto, se propone el Programa de reforestación en el que se integran medidas necesarias para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales que generará el desarrollo del proyecto sobre el componente ambiental del suelo y la flora. Este programa se aplicará principalmente en actividades que conlleven a la restitución de la flora dentro del área propuesta para su desarrollo.

La reforestación es una alternativa ecológica porque ayuda a recuperar y enriquecer áreas forestales, incrementando las áreas de bosque, matorrales o selva, recuperación de suelos, regulación del ciclo hidrológico, modificar el microclima, así como para capturar el carbono atmosférico. Las especies a utilizar para el presente proyecto, serán especies nativas.

VI.2.6.1. Impactos ambientales que atiende

- Erosión
- Calidad del agua
- Cobertura vegetal
- Pérdida de individuos de flora
- Distribución de individuos de especie de fauna
- Pérdida de hábitat.
- Procesos de hidrología subterránea (manto freático)



VI.2.6.2. Objetivo

General:

- ✓ Desarrollar un plan de reforestación con especies nativas del área del proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación, por la implementación del proyecto.

Específicos

- ✓ Realizar una reforestación con fines de compensación y restauración forestal.
- ✓ Reforestar con plantas nativas de la zona.
- ✓ Proteger la reforestación y reubicación contra todo agente que le pueda causar un daño.
- ✓ Realizar reposición de las pérdidas de plantas un año después del desarrollo de la reforestación.
- ✓ Apoyar la reforestación con obras de suelos, para la retención de suelo y promover la infiltración hídrica.

VI.2.6.3. Planeación de la reforestación

El desarrollo de una reforestación depende principalmente de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Además de lo anterior, se deben considerar los siguientes puntos (secciones) de la planeación para obtener un mayor éxito.

VI.2.6.4. Selección del sitio a reforestar

Para determinar el sitio donde se establecerá la reforestación es de suma importancia tener presente el objetivo de la misma. Se recomienda hacer recorridos de campo para conocer y analizar cuidadosamente las características sociales y ecológicas del predio, así como determinar cuáles son los factores adversos del medio ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reforestación efectiva.

VI.2.6.5. Criterios de selección del sitio a reforestar

Las áreas para reforestar deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad de los trabajos de restauración forestal.

Las características ambientales mínimas que se eligieron para la reforestación son:

- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de restauración, que si se acompañara la reubicación y rescate de flora como obras de apoyo.
- Terrenos que presenten el mismo clima del área del proyecto, en el cual se presente el mismo tipo de vegetación.

VI.2.6.6. Elección de las especies a reforestar

El éxito de una reforestación está basado en la elección de especies adecuadas para reforestar, tanto por semilla como por propagación vegetal (partes de las plantas), para esto conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Para elegir la especie o especies adecuadas hay que realizar un recorrido previo y documentar las especies presentes cercanas al área a reforestar.

El objetivo del presente trabajo de reforestación, tiene fines de restauración, por lo que se deben seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir más rápidamente las superficies desprovistas de vegetación.

VI.2.6.7. Listado de las especies a reforestar

Derivado de los muestreos y recorridos de campo en las zonas donde aún existía remanentes de vegetación se llevó a cabo la identificación de las especies vegetales. Se identificaron 31 especies pertenecientes a 24 familias vegetales (tabla siguiente).

En el estrato arbóreo el Hormiguillo (*Cecropia obtusifolia*) y Miconia (*Miconia argentea*) fueron los Árboles más abundantes. Con base a las especies silvestres introducidas encontradas como Benjamina (*Ficus benjamina*), Mango (*Mangifera indica*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) se determinó que corresponden a vegetación secundaria de selva, además se identificaron especies indicadoras de perturbación como Ricino (*Ricinus communis*), Campanitas (*Ipomea purpurea*) y Mala mujer (*Solanum rostratum*).

Tabla VI. 16. Especies potenciales para reforestación

Familia	Especie	Nombre Común
Alismatales		
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i>	Singonio
Apiales		
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Cucharo
Arecales		
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Palma coyol
Fabales		
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuile
	<i>Inga vera</i>	Chalahuile
Gentianales		
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i>	Huevo de Gato
Sapindaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Capulin de corona
Malpighiales		
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Ricino
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche
Malvales		
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima
	<i>Pachira aquatica</i>	Castaño de Agua

Familia	Especie	Nombre Común
<i>Tiliaceae</i>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Jonote
Myrtales		
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia argentea</i>	Miconia
<i>Vochysiaceae</i>	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Corpus
Poales		
<i>Poaceae</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>	Pasto elefante
Polypodiales		
<i>Pteridaceae</i>	<i>Acrostichum aureum</i>	Helecho de playa
	<i>Adiantum peruvianum</i>	Culantrillo gigante
Rosales		
<i>Cannabaceae</i>	<i>Trema micrantha</i>	Ixpepe
<i>Moraceae</i>	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Hormiguillo
	<i>Ficus benjamina</i>	Benjamina
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higuera
	<i>Ficus padifolia</i>	Ficus
Sapindales		
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
<i>Meliaceae</i>	<i>Trichilia havanensis</i>	Tinaja
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania latifolia</i>	Guayabillo
Solanales		
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomea purpurea</i>	Campanitas
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum rostratum</i>	Mala mujer
Zingiberales		

Familia	Especie	Nombre Común
<i>Costaceae</i>	<i>Costus scaber</i>	Caña agria
<i>Heliconiaceae</i>	<i>Heliconia latispatha</i>	Platanillo

VI.2.6.8. Densidad y arreglo de la reforestación

La reforestación de individuos forestales comprende un conjunto de actividades tales como la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la reforestación.

Para que toda reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la reforestación.

VI.2.6.8.1. Arreglo de la reforestación

Para una reforestación o plantación, la CONAFOR describe y recomienda los diseños de marco real y tres bolillos, para el caso se describe solo el método de tres bolillos puesto que es el que se aplicará en el trabajo de reforestación para la restauración del sitio del presente proyecto.

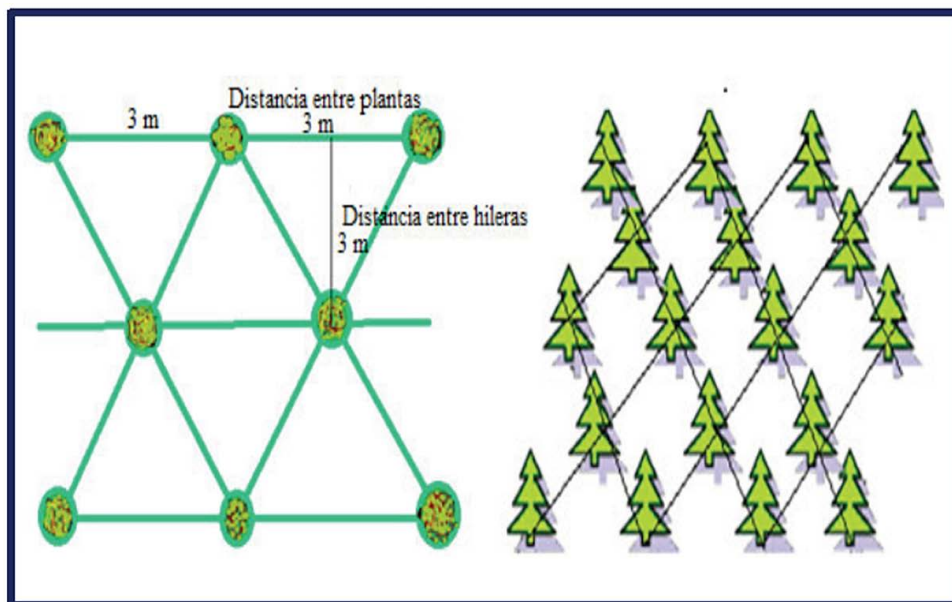
Reforestación en Tres Bolillo:

Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta.

Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel.

Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos. Como ya se mencionó, se plantea un arreglo de plantación de tres bolillos con una densidad de 1100 plantas por ha., con una distancia entre plantas de 3 m. y de 3 m. entre líneas.

Figura VI. 7. Diseño del método de tres bolillos



VI.2.6.8.2. Maniobras de la reforestación

Embalaje y transporte

Para asegurar el éxito de la reforestación se debe evitar la excesiva manipulación de las plantas, en ese sentido, si la distancia entre el vivero y la plantación es considerable transportar las plantas con el mayor cuidado posible utilizando un método de embalaje apropiado para la manipulación y exposición de plantas al aire libre y viento.

Al comenzar la reforestación, se iniciará conjuntamente un intenso traslado y movilización de plantas desde el vivero a las áreas donde se posicione la planta para las cuadrillas de plantación, como los mismos operarios; el que debe ser lo más expedito posible.

Se recomienda evitar el traslado, manipulación y movilización excesiva de plantas.

Cuando el sistema radicular de la planta se expone a la acción desecante del viento y del sol, el cual produce deshidratación de la raíz, provocando un bajo prendimiento de la plantación. Para la plantación se asegurará que cada plantador use una caja de plástico chica con capacidad para 100 plantas de charola.

No se debe de manipular la planta tomándola del follaje ya que puede producir daños mecánicos como rotura del tallo.

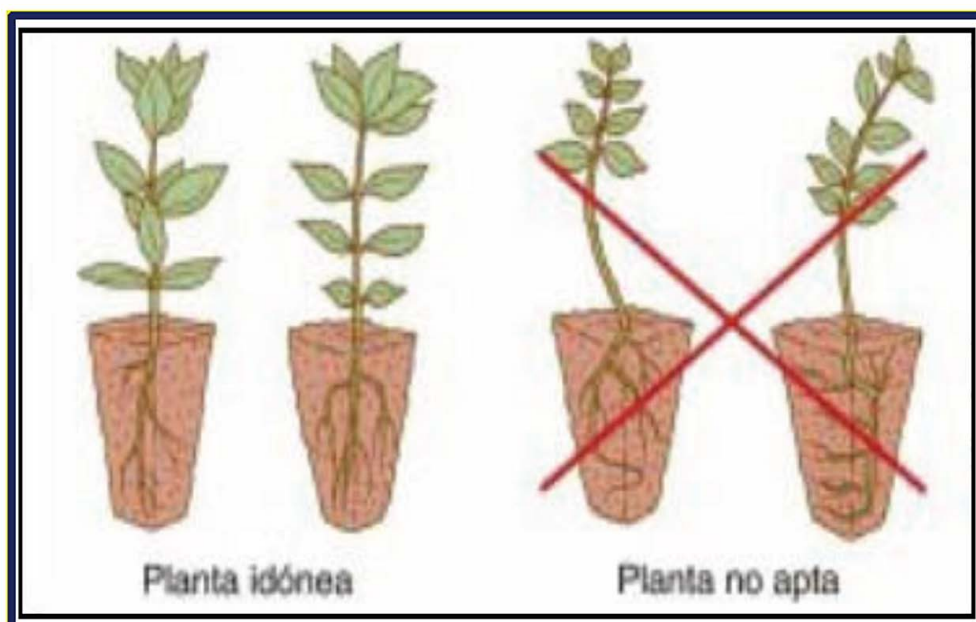
Además, las raíces no deben exponerse por demasiado tiempo a condiciones de altas temperaturas.

Selección de plantas

Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado el sitio de la reforestación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la sobrevivencia deseada. En la actualidad la producción de plantas tiende a efectuarse en contenedores especiales que ofrecen mayores beneficios en el cuidado y manipulación tanto en el lugar de producción como en el traslado hacia la plantación.

Las características deseables que deben presentar las plantas seleccionadas para la plantación son: estar sanas y vigorosas, tallo fuerte y bien lignificado, entre 25 y 35cm, y un diámetro de cuello de mínimo 4-5 mm; deben tener además raíces activas en el tubete (extremos de raíces se visualizan como puntos blancos), y el sustrato debe ser lo suficientemente firme de manera de no disgregarse al extraer la planta del contenido.

Figura VI. 8. Ejemplo de selección de plantas



- Es necesario que la planta tenga suficientes raíces finas, que son las que crecen más rápido y absorben mejor los nutrientes y el agua.
- Las raíces no deben presentar enrollamientos ni deformaciones.
- Se debe desechar toda aquella planta que presente daños en el tallo, raíces o inserciones de las hojas al tallo bien sea por hongos o cualquier otro tipo de agente patógeno.
- La planta debe presentar una sola guía principal no muy tierna ya que será más sensible a daños tanto físicos como de tipo fitosanitario.



- La disposición de las hojas en el tallo no debe ser menos de 2 cm; además, la presencia de muchos pares de hojas color rojizo/marrón y muy juntos unos de otros son síntomas de una planta envejecida y excesivamente dura.
- Una planta de mala calidad en general tiene raíz pequeña, dos puntas o flechas, daños mecánicos, pérdida de hojas y hojas amarillentas, de tamaño pequeño y escaso vigor.

Procedencia de la planta

La procedencia de la planta es muy importante para asegurar la sobrevivencia y permanencia de las plantas en los sitios ya reforestada. Para la producción de planta en vivero lo más conveniente es que la recolección de semillas forestales provenga de la misma zona y que además cuente con las mismas características ecológicas del área a reforestar.

Técnicas y establecimiento de la plantación.

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía.

Es importante considerar además la experiencia en actividades de reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de reforestación.

Para la instalación de cada planta en las áreas de reforestación, se excavará una terraza individual de un metro de diámetro, que quede como una media luna para que capte agua. La terraza individual se describe en el apartado correspondiente de obras de suelos contempladas dentro de la reforestación.

El tipo de técnica aplicado será manual, para lo que se utilizarán herramientas tales como pala y un pico con el que se le da la forma de media luna.

La plantación se debe efectuar en hileras en el sentido de la pendiente tomando como base las curvas de nivel y al momento de establecer las plantas sus raíces deben quedar extendidas hacia abajo, no dobladas y bien distribuidas; la planta enterrada hasta un poco más arriba desde donde comienzan las raíces y, evitar que queden espacios de aire alrededor o entre las raíces.

Se recomienda regar las plantas en el vivero donde se adquieran, previo al traslado para facilitar la extracción del recipiente que la contiene, sin que se destruya el sustrato que la sostiene y asegurar en aprovisionamiento de agua para los primeros días después de la plantación.



Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Retirar del envase sin dañar la raíz (retirar la planta de la cavidad de la charola).
3. Después de haber colocado la planta, se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
4. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero donde se adquieren hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el movimiento.
5. Para el caso de reforestación con material vegetativo se recomienda su recolección de plantas sanas y vigorosas, así como al ser plantadas, tienen que tener la herida cicatrizada o con el nacimiento de raíces si es el caso

Temporada de reforestación.

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo).

La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia.

Considerando lo anterior, se propone que se realice el trabajo de plantación en los meses de julio y agosto, por ser la época de lluvias.

VI.2.6.9. Monitoreo de los indicadores de seguimiento

La finalidad del monitoreo de los indicadores de seguimiento es propiamente vigilar el cumplimiento del Programa de Reforestación. Las acciones previstas para el seguimiento de los indicadores serán las siguientes:

- ✓ Se elaborarán informes de las actividades propuestas en el presente programa.

- ✓ En dichos informes se integrarán las evidencias fotográficas del cumplimiento de las acciones que se llevaron a cabo, así como copia de los registros de las bitácoras y demás documentación probatoria de la aplicación del programa. Finalmente, se integrará un informe anual.
- ✓ Los monitoreos se llevarán a cabo de forma mensual. Los registros de monitoreo podrán llevarse a cabo bajo el control de una bitácora.

A continuación, se muestra la propuesta de bitácora de manera enunciativa más no limitativa:

Tabla VI. 17. Ejemplo de bitácora de registro de actividades

Nombre del Responsable Técnico:							
Registro de Actividades	Ubicación del sitio		Especificar la actividad de protección de reforestación		Fecha de actividades:		
	x	y			Observaciones:		

VI.2.6.10. Responsables de las acciones

El primer responsable de que se cumpla con cada una de las acciones propuestas en el presente programa es el promovente del proyecto, ya que tendrá el dominio de designar la persona responsable para la verificación de la ejecución de las actividades del Programa de Reforestación.

El personal especializado será la persona responsable de coordinar y dar seguimiento a todas las acciones y actividades requeridas para el cumplimiento de las tareas señaladas en este documento, indicando el cargo, la dirección del centro de trabajo y las funciones que va a desempeñar el personal designado o contratado para la realización de las actividades programadas.

Finalmente, con la aplicación de cada una de las acciones previstas y con el seguimiento de cada uno de los indicadores propuestos para su evaluación, se espera que el componente suelo y las acciones de revegetación sean exitosas.

VI.2.6.11. Seguimiento por un período de cinco años

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido



establecida la reforestación, para asegurar su permanencia, para el presente trabajo de restauración forestal se plantea que se desarrolle a cinco años. Las actividades de seguimiento son las siguientes:

Control de maleza

El control de la maleza es recomendable y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite el desarrollo de las plantas reforestadas. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arroyo para guardar humedad.

Fertilización

Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas a un año de esta, contemplando un 20 % de mortandad.

Monitoreo de plagas y enfermedades.

Se realizarán recorridos periódicos para detectar posibles brotes de plagas y enfermedades y así aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Rehabilitación de brechas cortafuego.

Esta actividad se desarrollará durante los cinco años de seguimiento de la reforestación.

VI.2.6.12. Cronograma de actividades

Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante el Programa de reforestación, pues esto permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido. En la siguiente tabla se muestra el Cronograma de actividades.

Tabla VI. 18. Cronogramas de actividades

Actividad	Año (1)												Año				
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	2	3	4	5	6
Selección de las áreas a reforestar																	
Determinación de cantidad y especies requeridas																	
Obtención de planta de vivero interno o externo																	
Recolección de planta de material vegetativo																	
Preparación del terreno																	
Transporte de planta																	
Plantación																	
Fertilización de la plantación																	
Construcción de obras de suelos																	
Construcción de brechas cortafuego																	
Construcción de cercado																	
Seguimiento (5 años)																	
Mantenimiento de áreas reforestadas (1 año)																	
Mantenimiento de otras obras (5 años)																	
Recorridos de monitoreo																	

VI.2.7. Programa de Restauración y Conservación del Suelo

VI.2.7.1. Impactos ambientales que atiende

- Erosión
- Calidad del suelo
- Calidad del agua
- Cobertura vegetal
- Pérdida de individuos de flora



- Distribución de individuos de especie de fauna
- Pérdida de hábitat

VI.2.7.2. Objetivo

General

- Garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la MIA-P del Proyecto.
- Presentar a la autoridad los lineamientos técnicos necesarios que Almacенamientos Subterráneos S.A. de C.V., deberá ejecutar exitosamente cada medida de prevención, mitigación y compensación propuesta en la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto.

Particulares

- Establecer las acciones a seguir para remover el suelo, transportarlo y conservarlo en las mejores condiciones posibles.
- Acumular la mayor cantidad de suelo orgánico para utilizarlo o incorporarlo nuevamente a las áreas perturbadas y evitar la erosión del suelo.
- Establecer las acciones necesarias para el control de la erosión

VI.2.7.3. Meta

La ejecución de cualquier obra, inicia con el despalme. Estas actividades exponen al suelo directamente a factores ambientales como son la lluvia, el viento y así como la posible contaminación por las actividades humanas desarrolladas principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto.

Para recuperar y conservar el suelo orgánico producto del despalme es necesario aplicar acciones sencillas, encaminadas a preservar sus propiedades fisicoquímicas, así como llevar a cabo obras necesarias para evitar su pérdida por fenómenos hídricos y eólicos.

VI.2.7.4. Responsables del programa

El primer responsable de que se cumpla con cada una de las acciones propuestas en el presente programa es el promovente del Proyecto, ya que tendrá el dominio de designar la persona responsable para la verificación de la ejecución de las actividades del Programa de Restauración y Conservación de Suelos.

El personal especializado será la persona responsable de coordinar y dar seguimiento a todas las acciones y actividades requeridas para el cumplimiento de las tareas señaladas en este documento, indicando el cargo, la



dirección del centro de trabajo y las funciones que va a desempeñar el personal designado o contratado para la realización de las actividades programadas.

Finalmente, con la aplicación de cada una de las acciones previstas y con el seguimiento de cada uno de los indicadores propuestos para su evaluación, se espera que el componente suelo y las acciones de revegetación sean exitosas.

VI.2.7.5. Metodología del programa

La erosión del suelo es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por los agentes erosivos (Kirkby, 1984). Si este proceso se lleva a cabo en condiciones naturales se denomina erosión geológica, pudiendo ser considerada en tal caso, como una forma más de conformación del relieve. Si la erosión se incrementa por las actividades humanas se manifiesta la erosión acelerada o inducida (Figueroa et al, 1991), la cual se presenta al manipular la capa superficial del suelo o al remover la cubierta vegetal del mismo.

En el caso de la erosión hídrica, la lluvia tiene efecto a través del impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo y por el humedecimiento de éste, que provocan desagregación de las partículas primarias, origina también el transporte de partículas por aspersión y proporciona energía al agua del escurrimiento superficial (Schamab et al, 1990). Los daños causados por la erosión hídrica pueden ser de diferente tipo; de acuerdo a Foth y Turk (1975), los principales daños son los siguientes:

Pérdida de productividad del suelo.- Normalmente se pierde por la erosión hídrica en la capa fértil, el cual tiene mayor cantidad de materia orgánica y nutrientes; además es donde existe la mayor actividad biológica de los microorganismos; lo anterior reduce la capacidad productiva del terreno.

Pérdida del agua por escurrimiento.- Cuando llueve, el agua que no se infiltra, además de ocasionar daños por erosión, es agua que se pierde por escurrimiento y que no podrá ser aprovechada por la vegetación.

Depósito de tierra infértil en terrenos productivos.- Cuando los procesos de erosión son severos, durante la formación de cárcavas, se arrastra material del subsuelo que se puede depositar sobre un terreno productivo, afectando negativamente su capacidad de producción, ya que queda enterrado el suelo de buena calidad.

Formación de cárcavas en terrenos de cultivo.- El escurrimiento superficial puede originar pequeños arroyuelos, que posteriormente se llegan a transformar en zanjas y barrancas. Estas pueden fraccionar los terrenos e impedir la operación adecuada del flujo de escurrimientos.



Sedimentación de los vasos de almacenamiento.- Los sedimentos transportados en el escurrimiento pueden llegar a arroyos que desemboquen en lagos, lagunas o presas. Lo anterior disminuye la capacidad de almacenamiento de los vasos y en el caso de las presas, se reduce también la vida útil de la obra.

Las medidas de conservación de suelos deben incluir cuatro acciones básicas:

- Proteger el suelo contra el impacto de gotas de lluvia,
- Incrementar la capacidad de infiltración para reducir el escurrimiento superficial,
- Mejorar la estabilidad de los agregados del suelo para hacerlo más resistente a la erosión por salpicamiento,
- Aumentar la aspereza o rugosidad de la superficie para reducir la velocidad del escurrimiento (Kirkby y Morgan, 1994).

Estas acciones se pueden lograr a través del manejo con prácticas mecánicas, que consisten en realizar movimientos de tierra, con el fin de disminuir los escurrimientos superficiales y reducir la erosión en terrenos con pendiente. Además, en las zonas áridas y semiáridas antes de diseñar las estructuras en la conservación del suelo y agua, especialmente las prácticas mecánicas, se debe tener información sobre la época de lluvias y de los escurrimientos que se presenten en el área de la micro cuenca. Para el diseño de las terrazas de formación paulatina, individuales o de banco, canales de desvío y otras estructuras usuales para resolver los problemas de erosión, es necesario estimar los escurrimientos máximos a diferentes períodos de retorno, tomando en cuenta la intensidad-duración de la precipitación, así como el tamaño y características de la micro cuenca

VI.2.7.6. Medidas específicas de prevención para la erosión del suelo

La ejecución de cualquier obra, inicia con el despalme. Estas actividades exponen al suelo directamente a factores ambientales como son la lluvia, el viento y así como la posible contaminación por las actividades humanas desarrolladas principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto. Para recuperar y conservar el suelo orgánico producto del despalme es necesario aplicar acciones sencillas, encaminadas a preservar sus propiedades fisicoquímicas.

A continuación, se describen algunos pasos y acciones que se llevarán a cabo.

VI.2.7.6.1. Superficies propuestas

En primer lugar, se deben considerar las superficies que serán afectadas por el desarrollo del Proyecto, el suelo que será removido se protegerá colocándolo en áreas dentro del mismo predio, que para ello recomienda:



- Superficies que no se verán afectadas por el Proyecto.
- Superficies utilizadas por infraestructura provisional.

VI.2.7.6.2. Actividades

Despalme

- a) Previo al despalme se establecerán los sitios para el almacenamiento temporal del suelo orgánico, delimitándolos de las áreas de construcción por medio de estacas, cinta preventiva, algún medio visual como letreros, etc. Los sitios más recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo son dentro del predio que carezcan de vegetación y que preferentemente tengan una topografía plana o con una muy ligera pendiente.
- b) El personal destinado a las labores de despalme y movimiento del suelo orgánico deberá ser capacitado previamente a las actividades correspondientes a la preparación del sitio.
- c) Realizar el despalme necesario, es decir solo en aquellas áreas que serán ocupadas por el Proyecto.
- d) Evitar el despalme en las áreas de almacenamiento temporal del suelo orgánico.
- e) La capa superficial del suelo orgánico será removida utilizando maquinaria adecuada. La remoción del suelo o excavación para la conformación de plataformas se hará desplazándolo con cuidado y tratando de compactarlo lo menos posible, se colocará en las áreas destinadas previamente para ello.

La zona de disposición temporal de material orgánico de despalme debe tener como mínimo las siguientes características para su localización y manejo:

- ✓ Ubicarse en un sitio geotécnicamente estable.
- ✓ Contar con obras de protección geotécnica.
- ✓ No ocupar zonas de vegetación arbórea ni arbustiva para evitar su afectación o perturbación.
- ✓ No ocupar cauces de arroyos.
- ✓ El sitio debe presentar la menor pendiente posible.

Una vez dispuesto el suelo en esta zona, se realizará el siguiente mantenimiento:

- ✓ Cubrir el montículo con una capa de 5 a 10 cm máximo de espesor de material del despalme

(material picado, de hojas y ramas), con el objeto de dejar los materiales más delicados en la parte interna, preservándolos de cualquier evento meteorológico (lluvias).

- ✓ Es necesario resguardar el suelo acamellonado por medio de estacas o colocando un cerco provisional que delimite esta área. Esto evitará afectaciones o mal uso del suelo. Debe evitarse que el suelo acamellonado sea utilizado como depósito de residuos inorgánicos y de materiales de construcción. De esta forma se fomentará y conservará de la mejor manera posible el suelo.
- ✓ Es necesario proteger el suelo de las precipitaciones y exposiciones solares intensas y posible lavado de nutrientes. Se sugiere confinarlo con una corona de saco –suelo.

Para este punto pueden utilizarse los siguientes materiales orgánicos:

- ✓ Acolchado producido con el material de despalme.
- ✓ El material vegetal triturado resultado del despalme, será colocado sobre los montículos del suelo orgánico acamellonado, cubriendo la superficie lo más homogéneo posible.

Estas acciones tienen como propósito generar una cubierta que proteja los suelos. Este es el principio más importante en el manejo sostenible de suelos porque conlleva múltiples beneficios como la reducción de la erosión hídrica y eólica así como la preservación de las propiedades fisicoquímicas.

Estas acciones se realizarán inmediatamente después de haber acumulado el suelo para evitar la pérdida de humedad, la producción de polvo y el arrastre del suelo por acción del viento.

Los acolchados protegerán al suelo de la fuerza de las gotas de lluvia y disminuirá la separación de las partículas de los agregados de suelo, que es el primer paso en el proceso de la erosión hídrica.

Cuando la erosión es causada por una combinación de procesos como la erosión ocasionada por las gotas de lluvia y por la escorrentía, se requiere que el suelo esté cubierto en más del 60 % para reducir significativamente la pérdida de suelo.

Los residuos vegetales producidos por el despalme y que no sean maderablemente útiles deberán ser triturados con un equipo adecuado.

Figura VI. 9. Material vegetal triturado resultado del despalde



Fuente: http://www.conwastepr.com/vertederos_otrosservicios.php

VI.2.7.6.3. Estrategia para la atención de derrames o fugas accidentales de residuos o materiales peligrosos

En caso de derrames accidentales, todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos son dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la ASEA, para lo cual se deberá seguir el siguiente procedimiento:

El procedimiento para dar respuesta en caso de presentarse un derrame de residuos peligrosos busca minimizar la posibilidad de que ocurra, se describe en los procedimientos que deberán ser utilizados para afrontar de manera oportuna, adecuada y efectiva un derrame.

Desde la fase de generación hasta la disposición final del residuo. Para este caso, la promotora cuenta con un procedimiento de atención a emergencias ambientales por vertidos al suelo, mismo que será aplicado de manera inmediata en caso de ser necesario.

El objetivo es proporcionar la organización, clasificación, instrucciones, ordenamiento e información necesaria para propiciar una respuesta oportuna y eficiente (rápida, coordinada y técnicamente adecuada) ante los diversos tipos de derrames que pudieran presentarse durante el manejo.

VI.2.7.6.3.1. Derrame simple

- No se esparce rápidamente.



- No es peligroso excepto por contacto directo.
- Involucra un solo envase de menos de 200 litros.

Se deberá asegurar el área:

- Alertar a toda persona cercana al área del derrame.
- Apagar toda fuente de ignición.
- Señalizar y acordonar (barreras, cintas rodeando la zona contaminada)
- Notificar incidente a las autoridades correspondientes y/o área de prevención de riesgos.
- El área del derrame debe aislarse.
- Se debe usar el adecuado equipo de protección personal (guante, lentes, etc.)
- Localizar el origen del derrame.
- Identificar la categoría del residuo (etiqueta del envase).

Consultar la hoja de seguridad de la sustancia

1. Identificación del producto;
2. Composición;
3. Datos de riesgo para la salud;
4. Procedimiento de primeros auxilios;
5. Normas por aplicar en caso de incendio;
6. Medidas para fuga o derrame
7. Almacenaje y manipulación;
8. Controles de exposición y protección personal;
9. Propiedades físicas y químicas;
10. Estabilidad y reactividad;
11. Datos toxicológicos;
12. Información ecológica;
13. Consideraciones para la eliminación y el desecho;



14. Información para el transporte;
15. Información reglamentaria, y
16. Si se necesita controlar el derrame para evitar esparcimiento el personal sólo se podrá realizar si:
 - ✓ Si se usa equipo de protección personal (EPP) adecuados, debiendo estar capacitado en esta materia
 - ✓ El personal deberá saber identificar entre los tipos de derrame que pueden ser manejados por ellos mismo y aquellos derrames que son clasificados como mayores. Los derrames mayores implican la asistencia de ayuda externa.

VI.2.7.6.3.2. Recomendaciones generales

El manejo de los materiales peligrosos debe hacerse con sumo cuidado y responsabilidad para evitar las emergencias causadas por el escape de dichas sustancias químicas que ocasionan los llamados derrames desde sus contenedores.

En caso de un evento de esa naturaleza:

1. Al descubrir el hecho, de aviso a seguridad y recepción.
2. Proporcione los siguientes datos:
 - ¿Qué se derramó?
 - ¿Qué cantidad se derramó?
 - ¿En qué lugar exacto se llevó a cabo el incidente?
 - ¿Cuál fue la falla?
 - ¿Qué acciones se han llevado a cabo?
 - ¿Hay fuego?
 - ¿Puede llegar a las alcantarillas?
3. Cuando se presente un derrame que no sea controlable por el personal de la planta es necesario solicitar ayuda externa de los Bomberos y si hay lesionados a la Cruz Roja.
4. Se debe mantener alejado del sitio a todo el personal que no intervenga en el control de la contingencia.
5. Durante la maniobra directa se debe usar la mascarilla de protección, así como guantes y chaquetas



de hule u otro material resistente al solvente. En caso de una fuga mayor, se debe de usar equipo de Aire Autónomo.

6. En caso de derrame, deténgalo si es posible, pero no permita que el líquido entre en contacto con la piel.
7. Colocarse el equipo de protección personal en el momento que nota la contingencia.
8. Prevenir una mayor disposición del derrame haciendo un muro de contención con material absorbente alrededor de la fuente del derrame.
9. Todos los derrames deben neutralizarse con material no inflamable (arena, tierra etc.) la mezcla deberá de tener disposición legal.
10. Lavar el área contaminada con agua en abundancia.
11. Siga las instrucciones que le proporcionen y contemple en todo momento la posibilidad de evacuar el área.
12. De efectuarse la evacuación diríjase de inmediato a su zona de seguridad correspondiente.
13. Al llegar a la zona de seguridad, repórtese de inmediato con su coordinador y espere instrucciones.
14. No intente regresar al área afectada por ningún motivo.
15. Al pasar la emergencia su coordinador y/o supervisor, le dará instrucciones para regresar a su trabajo normal; reporte cualquier situación anormal de inmediato a su supervisor y/o coordinador, no se exponga.
 - Recoger y disponer en bolsas, tiboires de tapa abierta o caja cúbica todo el material absorbente Contaminado por el Derrame.
 - Etiquetar e Identificar el Contenedor donde se puso el Material Absorbente para su Disposición Final.
 - Disponer Como Residuo Peligroso con la empresa Autorizada contratada.

VI.2.7.7. Indicadores de desempeño

La finalidad del monitoreo de los indicadores de seguimiento es propiamente vigilar el cumplimiento del Programa de Manejo y Conservación del Suelo. Las acciones previstas para el seguimiento de los indicadores serán las siguientes:



- Se elaborarán informes de las actividades propuestas en el presente programa.
- En dichos informes se integrarán las evidencias fotográficas del cumplimiento de las acciones que se llevaron a cabo, así como copia de los registros de las bitácoras y demás documentación probatoria de la aplicación del programa. Finalmente, se integrará un informe anual.
- Los monitoreos se llevarán a cabo de forma mensual. Los registros de monitoreo podrán llevarse a cabo bajo el control de una bitácora.

A continuación, se muestra la propuesta de bitácora de manera enunciativa más no limitativa:

Tabla VI. 19. Ejemplo de bitácora de registro de actividades

Nombre del Responsable Técnico:							
Registro de Actividades	Ubicación del sitio		Especificar la actividad de protección de erosión		Fecha de actividades:		
	x	y			Observaciones:		

VI.2.7.8. Cronograma de actividades

El calendario de comprobación de actividades estará sujeto a los avances en los trabajos de desmonte y despalle, así como el desarrollo de las acciones de conservación de suelos.

Tabla VI. 20. Cronograma de actividades

Actividad (Etapa Construcción)	AÑO 1		AÑO 2	
	1er. Sem.	2do. Sem.	1er. Sem.	2do. Sem.
Desmonte y despalle del área de la obra				
Picado o triturado de vegetación				
Incorporación de la vegetación triturada al suelo				



ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

CAPITULO VII

PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.

PREPARADO PARA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (AGENCIA
DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)



CONTENIDO

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	4
VII.1. Situación actual (Línea base)	7
VII.2. Proyecto y medidas de mitigación	9
VII.3. Escenarios	10
VII.4. Escenarios sin proyecto	11
VII.4.1. Atmósfera (Emisiones a la atmósfera por las actividades económicas)	11
VII.4.2. Uso de suelo y vegetación	12
VII.4.3. Flora	13
VII.4.4. Fauna	15
VII.4.5. Suelo	16
VII.4.6. Hidrología	16
VII.4.7. Paisaje	18
VII.5. Escenarios con proyecto y con medidas en ejecución	19
VII.5.1. Uso de suelo y vegetación	19
VII.5.2. Geomorfología y topografía	19
VII.5.3. Edafología	19
VII.5.4. Hidrología superficial y subterránea	20
VII.5.5. Flora	20
VII.5.6. Fauna	20
VII.5.7. Paisaje	21
VII.6. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)	21
VII.6.1. Objetivos	21
VII.6.2. Metas y alcance	22
VII.6.3. Responsables	22
VII.6.4. Responsabilidades de ASSE	23
VII.6.5. Responsabilidades de de los contratistas	24
VII.6.6. Metodología del PVA	24
VII.6.6.1. Supervisor ambiental	24
VII.6.6.2. Rubros de inspección y monitoreo	25
VII.6.6.3. Estrategias de inspección y monitoreo	25
VII.6.7. Seguimiento, control y monitoreo	27
VII.6.8. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados	27
VII.6.8.1. Desarrollo y registro de evidencias de las visitas de supervisión bajo los mecanismos de inspección	27
VII.6.8.2. Evaluación y presentación de resultados	28
VII.6.8.3. Elaboración de informes	29
VII.6.8.4. Documentos que se generarán	29
VII.6.9. Puntos de comprobación	30
VII.6.10. Indicadores del PVA	30
VII.7. Conclusiones	30



INDICE DE FIGURAS

Figura VII. 1.	Tipos de escenarios.....	5
Figura VII. 2.	Fase 1 del método de escenarios.....	6
Figura VII. 3.	Fase 2 del método de escenarios.....	6
Figura VII. 4.	Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental.....	10
Figura VII. 5.	Esquema de incorporación de acciones al PVA.....	27

INDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1.	Capítulos de la MIA-P que integran el método de escenarios	7
Tabla VII. 2.	Indicadores de realización	30

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el presente capítulo se generarán los diferentes escenarios del área en donde se pretende llevar a cabo el proyecto. En este sentido, es necesario entender que un escenario se considera como la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias, y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (Firmenich, 2009).

También se puede definir como un retrato significativo y detallado de un admisible, recomendable, coherente, mundo futuro. En él se pueden ver y comprender claramente los problemas, amenazas y oportunidades que tales circunstancias pueden presentar. El desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la presencia del proyecto, permitiendo comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a la ejecución de este.

Para ello se compara la situación ambiental existente con la que se espera generar como consecuencia de la implementación del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**”, por lo que la línea base (condiciones iniciales del SA y área del proyecto, descritas en el Capítulo IV), constituye una fuente de información primordial para determinar los impactos ambientales esperados por la ejecución del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**”.

En este sentido, y una vez caracterizada la línea base del SA y área del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**”, identificados los impactos ambientales que ocasionará el mismo y establecidos los programas, medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación, se podrán plantear los diversos escenarios para el área en donde se pretende realizar el proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**”.

Por otro lado, para la elaboración de los pronósticos ambientales es importante considerar el carácter significativo de los impactos ambientales, ya que la significancia de los mismos, es proporcional a las alteraciones que causan en los componentes ambientales. El interpretar o predecir el comportamiento de las acciones a futuro o construirlo, de acuerdo a perspectivas, resulta un tanto complicado. Sin embargo, existen métodos para la formulación de escenarios, como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, la simulación, modelos causales, entre otros, que nos proporcionan indicios de lo que podría esperarse para un tiempo posterior derivado de una acción (la ejecución del proyecto en el caso que nos ocupa).

El objetivo de cualquiera de estos métodos es pronosticar escenarios coherentes, y acordes a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto (Vergara C., Maza F. y Fontalvo T., 2010). De acuerdo a Ogayar, 2001, el método de escenarios consta de dos fases que a continuación se mencionan:

Elección de variables relevantes o elaboración de base: En esta etapa se trata de identificar las variables y de realizar la selección adecuada de los factores que pueden influir en el estudio prospectivo (ver siguiente figura). Siendo así, los escenarios se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Elección de horizonte temporal y espacial:** Se refiere a la elección del periodo considerado como futuro, así como el ámbito territorial en el que se desarrollará la acción.
- **Elección de variables:** Se elegirán los fenómenos o factores que puedan tener una mayor incidencia en nuestro estudio.
- **Asignación de probabilidades de ocurrencia:** Existen dos tipos de probabilidades, la de ocurrencia consiste en señalar la posibilidad de que la variable considerada llegue a presentarse y la probabilidad de importancia consiste en indicar el grado de relevancia que tiene la variable en cuestión.
- **Estudio de inconsistencias y eliminación de algunas variables:** Por inconsistencia se entiende una relación entre variables que no puede existir. En el caso de encontrarse una inconsistencia se deberán de eliminar las variables que la crean.

Figura VII. 1. Tipos de escenarios



Elaboración de escenarios: a partir de la elección de las variables relevantes, seleccionadas en el punto anterior, se procede a la creación de escenarios. Posteriormente se describen las implicaciones de cada uno de los escenarios y se realizan una serie de recomendaciones en base a cada uno de ellos (ver siguiente figura).

Figura VII. 2. Fase 1 del método de escenarios



Una vez mencionado lo anterior, gran parte del método de escenarios ha sido completado, de forma involuntaria, a lo largo de la MIA-P de la siguiente manera:

Figura VII. 3. Fase 2 del método de escenarios



Tabla VII. 1. Capítulos de la MIA-P que integran el método de escenarios

Fase 1 del método de escenarios	Capítulo de la MIA-R	Fase 2 del método de escenarios	Capítulo de la MIA-R
Elección de horizonte espacial y temporal	II y IV	Escenarios	V
Elección de variables	IV y V	Implicaciones	V
Asignación de probabilidades	V	Recomendaciones	VII
Estudio de inconsistencias	V		

Por lo anterior, en este capítulo se complementará la información necesaria para la correcta aplicación del método de escenarios, con la finalidad de encontrar el escenario más deseable y realizable para la ejecución del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” descrito en esta MIA-P.

VII.1. Situación actual (Línea base)

El área de estudio se detallará considerando un radio de influencia, de por lo menos de 500 metros a la redonda. Debido a que el proyecto se encuentra desarrollado bajo el predio denominado Shalapa en una superficie de 225.22 has que incide sobre dos municipio de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste y en su amplitud de superficie se encuentran las interacciones más importantes de los asentamientos humanos, carreteras, e infraestructura eléctrica de ambos municipios, por otro lado, las características ecológicas de la región son homogéneas en relación a la funcionalidad del Sistema Ambiental del Ordenamiento de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, lo que limita o condiciona el uso del suelo que se propone y en este sentido el suelo propuesto es para el desarrollo industrial predominantemente.

La cubierta vegetal de la cuenca baja del Coatzacoalcos, y en particular de la denominada Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste, se ha visto afectada en forma drástica, debido al crecimiento urbano industrial y a la introducción de pastos para forraje de ganado bovino.

Un área considerable ha sido utilizada como potreros ganaderos, introduciéndose diversas especies de gramíneas forrajeras, algunas adaptables al medio acuático.

De la misma forma se han ampliado las superficies con fines industriales y habitacionales, o bien, para la construcción de carreteras, caminos, ductos y pozos de explotación petrolera. Debido a las causas mencionadas anteriormente, los lugares que aun conservan vegetación primaria se encuentran en forma de



"islotes" de unos cuantos individuos de especies primarias, las cuales, debido a las actividades antropogénicas, están en riesgo de desaparecer de la región.

Actualmente la vegetación de la zona de estudio se encuentra constituida fundamentalmente por vegetación secundaria en diferentes estadios de regeneración, así como algunos manchones relictuales de las comunidades primarias, vegetación acuática, pastizales y áreas dedicadas al cultivo.

Los relictos de vegetación primaria presentan alteraciones en su estructura florística, ocasionada por la extracción de especies de valor comercial. Según la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), los relictos de agrupaciones vegetales primarias y secundarias, así como las diferentes formas de uso del suelo identificadas en la zona de conurbación son las siguientes:

Vegetación Primaria Terrestre

- Selva mediana perennifolia
- Selva mediana perennifolia con palmar

Vegetación secundaria

- Acahual de selva mediana perennifolia
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar de coco

Pastizales

- Pastizal con acahual de selva mediana perennifolia
- Pastizal con palmar
- Pastizal con palmar de coco
- Pastizal con árboles aislados
- Pastizal

La vegetación en el área del proyecto de “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal Geológicamente estables”, es de Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia; sin embargo, estas áreas han sido perturbadas, originándose otros tipos de vegetación más bajas e inestables; Las especies que se encontraron en las áreas de vegetación natural corresponden a: Hormiguillo (*Cecropia obtusifolia*), Miconia (*Miconia argentea*), Guácima (*Guazuma ulmifolia*), Chalahuite (*Inga vera*), Chaca (*Bursera simaruba*), Corpus (*Vochysia*



guatemalensis), Jonote (*Heliocarpus donnell-smithii*), Guayabillo (*Cupania latifolia*), Cucharero (*Dendropanax arboreus*), Cocuite (*Gliricidia sepium*), Tinaja (*Trichilia havanensis*), Ixpepe (*Trema micrantha*) entre otras.

La fauna silvestre presente en la zona de influencia del Proyecto está conformada por especies que se han adaptado a las alteraciones del medio resultado del cambio de uso de suelo o la fragmentación de la vegetación original, que se ha ido acentuando con el crecimiento en la zona de actividades antropogénicas y que en el caso del proyecto de “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, se cuenta con la vegetación en las condiciones naturales al límite de batería de las obras y actividades que han servido de reubicación natural y/o refugio en el área del proyecto.

Se registraron un total de 81 individuos, distribuidos en 16 familias y 19 especies. No se reportaron especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, en sitios fuera de los transectos fue posible observar ejemplares de iguana verde (Iguana iguana) y turipache (*Corytophanes hernandezii*), ambas especies Bajo Protección Especial, por lo que no se descarta la presencia de algunas especies con categoría de riesgo.

El grupo de las aves es el de mayor representatividad con 65 individuos en 10 especies, seguido de los anfibios con 16 individuos en tres especies, los reptiles con 10 individuos con tres especies y los mamíferos con ocho individuos en tres especies. Porcentualmente, las aves representan el 58 %, los anfibios el 20 %, los reptiles el 12 % y los mamíferos el 10 %.

En general, las especies de fauna reportadas tanto en sistema ambiental como en predio son especies que han logrado sobrevivir en hábitats mediana y fuertemente alterados, las aves con alta posibilidad de desplazamiento en grandes distancias, los anfibios sólo se reportan para la cuenca; los reptiles que son más especies para el predio, bien puede ser debido a la formación de micro hábitat y/o aislamiento, mientras que las especies de mamíferos, se han ido adaptando a las perturbaciones de origen antrópico.

VII.2. Proyecto y medidas de mitigación

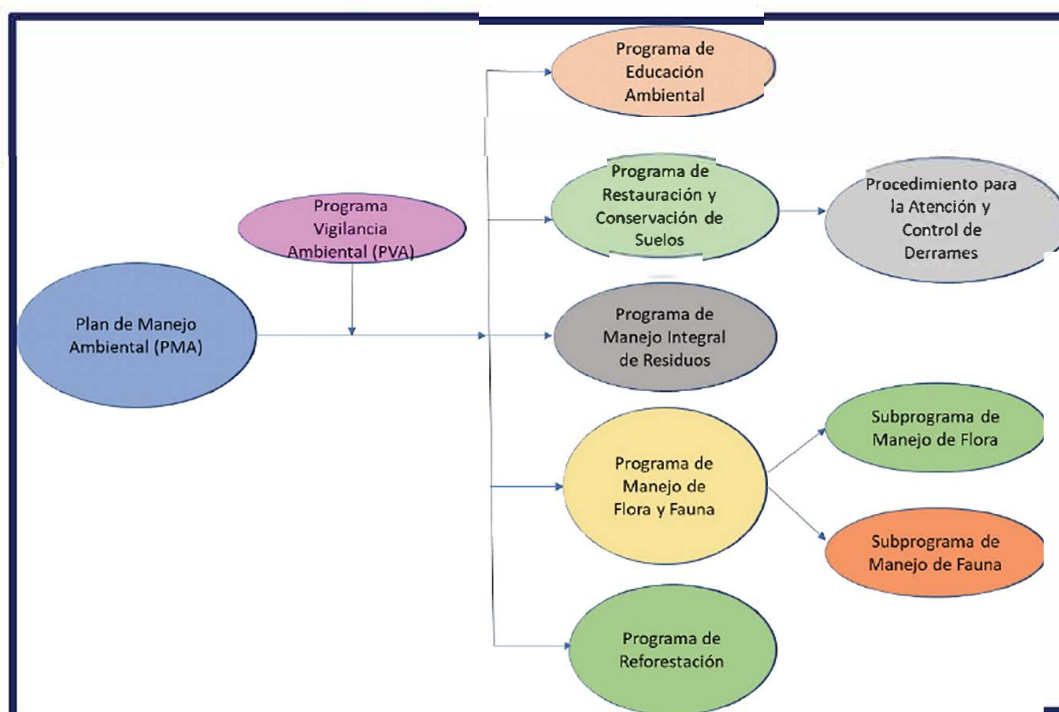
Previo a la descripción de los escenarios previstos por el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, cabe reiterar que éste consiste en la instalación de pozos y cavernas en domos salinos para el almacenamiento de GLP a partir de las necesidades comerciales de almacenamiento y distribución de PEMEX. Para mayor detalle de las obras revisar el Capítulo II de la presente MIA-P.

Las etapas que contempla este proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” son preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento de todos los pozos proyectados

a lo largo de la vida útil del proyecto. En la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo desmontes, despalmes, compactación y nivelación. En la etapa de construcción se realizará la perforación y formación de los pozos o cavernas de almacenamiento de GLP, así como la realización de las pruebas de hermeticidad y la operación se almacenará GLP de acuerdo al programa establecido por PEMEX y luego se transferirá la entrega al ducto de 24” Cactus-Guadalajara (se puede encontrar mayor información acerca de la descripción del proyecto en el Capítulo II de esta MIA-R).

Derivado del desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” se prevé la generación de impactos ambientales (descritos en el Capítulo V), por lo que se implementaran una serie de medidas de prevención y mitigación, incorporadas en diferentes programas, como se muestra en la siguiente figura:

Figura VII. 4. Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental



VII.3. Escenarios

En este apartado se describen las tendencias de los componentes ambientales (suelo, cuerpo de agua artificial, aire, flora, fauna y paisaje) con base a tres escenarios:

- Escenario sin proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” (situación actual o línea base).

- Escenario con proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” sin medidas de mitigación.

Este escenario ya no es factible de su análisis debido a que el proyecto actualmente se encuentra en operación, y la MIA-P se presenta por requerimiento al proceso de regularización de ciertas obras y actividades que fueron modificadas sin previo aviso a la ASEA, bajo el procedimiento administrativo de inspección número **ASEA/USIVI/DGSIVTA/AV/AMB/00015-2019** de fecha 06 de noviembre de 2019, expedida por la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Transporte y Almacenamiento de la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial de Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector hidrocarburos (ASEA), y que una vez efectuada la inspección y habiéndose recibido el oficio resolutivo **ASEA/USIVI/0525/2019** de fecha 18 de diciembre 2019, donde se estableció en el Resultando IX, las regularización de dichas obras.

Lo que el proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, aplicó en su momento, y sigue aplicando las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en la resolución original mediante el oficio **SGPA/DGIRA/DG/09519** de fecha 11 de noviembre de 2014 y la Autorización en materia de Cambio de Uso de suelo en Terrenos Forestales, mediante el oficio número **ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015** de fecha 14 de octubre de 2015.

- Escenario con proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” con medidas de mitigación.

En este sentido, a continuación, se desarrollan a modo de párrafos la interacción del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” con los diferentes componentes y sus escenarios integrados.

VII.4. Escenarios sin proyecto

VII.4.1. Atmósfera (Emisiones a la atmósfera por las actividades económicas)

Situación actual: Las emisiones a la atmósfera que se generan en el SA, en la zona urbana de Coatzacoalcos-Nanchital e Ixhuatlan del Sureste, son derivadas de la actividad industrial (fuentes fijas), así como del crecimiento poblacional que ha desarrollado la zona urbana, complementado con el tráfico vehicular (fuentes móviles) con el establecimiento de las actividades ganaderas y agrícolas (fuentes de área).

Las emisiones estimadas nos indican que las fuentes que presentan la mayor generación son las fuentes móviles con un 36%, las fuentes fijas con un 29%, fuentes de área con un 22% y las fuentes naturales con un 13%.



Porcentualmente las emisiones más abundantes son el CO con un 34%, seguidas de las emisiones de COV's con un 24%, 14% las emisiones de SO₂, 12% de emisiones de PM₁₀, 2% las emisiones de partículas PM_{2.5}, 11% de NO_x y 3% de NH₃.

Tendencia: Se seguirán manteniendo las mismas emisiones a la atmósfera o con tendencia a aumentar, dependiendo del crecimiento y promoción industrial de la zona urbana Coatzacoalcos-Nanchital e Ixhuatlán del Sureste, del incremento de la movilidad de las áreas de trabajo hacia los asentamientos humanos que han sido creciendo en la última década, así como del sector agrícola y ganadero de la región.

VII.4.2. Uso de suelo y vegetación

Situación actual: El proyecto se ubicará en una superficie denominada predio Shalapa en una superficie de 225.22 has que incide sobre dos municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste y en su amplitud de superficie se encuentran las interacciones más importantes de los asentamientos humanos, carreteras, e infraestructura eléctrica de ambos municipios, lo que ha originado una dinámica creciente de los cambios de uso de suelo presentes.

Aunque se considera muy factible el cambio de Uso de Suelo, debido a su **Vocación Natural** (parte del terreno se ubica en la UGA No. 5 clasificada como “**Aprovechamiento Pecuario**” y otra en la UGA No. 13 “**Restauración de Flora y Fauna**”).

La ejecución del proyecto en los terrenos propiedad del Grupo Cydsa y bajo responsabilidad de **Almacenamientos Subterráneos del Sureste, S.A. de C.V.** en el Municipio de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste presenta cierta compatibilidad con el Uso de Suelo condicionado clasificado como compatible para infraestructura.

Aunque las UGA'S 5 y 13 colindan con la UGA 7, situada sobre la superficie industrial de Coatzacoalcos-Nanchital- Ixhuatlán del Sureste, será la ASEA a quién se le solicite el Cambio de Uso de suelo al realizar la construcción de los pozos o cavernas futuras a través del Estudio Técnico Justificativo.

Adicionalmente gran parte del terreno se encuentra altamente impactado por actividades antropogénicas anteriores, durante las actividades ganaderas, agrícolas e Industrial del Sitio evaluado, que dieron como resultado la modificación del estrato herbáceo natural del sitio encontrándose hoy con presencia pasto inducido y algunos manchones de estrato de árboles típicos del sitio.

Tendencia: El uso de suelo y vegetación seguirá sufriendo presiones antrópicas, debido a la importancia que representa el crecimiento de la región con especial énfasis en la influencia que ejerce el polo del crecimiento de las actividades petroleras en el desarrollo económico sobre la región y las condiciones apropiadas para el



desarrollo de proyectos del sector hidrocarburos impulsado por la SENER, siendo una Zona Económica Especiales de México con una vocación de ser una región altamente productiva a nivel regional, para que sus habitantes tengan las mismas posibilidades de desarrollo y bienestar que los del resto del país.

Algunos de los beneficios de los que estas zonas pueden gozar, son: fiscales y laborales, un régimen aduanero especial, un marco regulatorio ágil, una infraestructura de primer nivel, programas de apoyo (capital humano, financiamiento, innovación), así como estímulos y condiciones preferenciales.

Por otro lado, la dinámica de crecimiento industrial también demanda el crecimiento de servicios de vivienda y de servicios públicos de primera necesidad, lo que origina como consecuencia los cambios de uso de suelo en el marco de desarrollo urbano de los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste.

VII.4.3. Flora

Situación actual: El área de estudio se detallará considerando un radio de influencia, de por lo menos de 500 metros a la redonda. Debido a que el proyecto se encuentra desarrollado bajo el predio denominado Shalapa en una superficie de 225.22 has que incide sobre dos municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste y en su amplitud de superficie se encuentran las interacciones más importantes de los asentamientos humanos, carreteras, e infraestructura eléctrica de ambos municipios, por otro lado, las características ecológicas de la región son homogéneas en relación a la funcionalidad del Sistema Ambiental del Ordenamiento de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, lo que limita o condiciona el uso del suelo que se propone y en este sentido el suelo propuesto es para el desarrollo industrial predominantemente.

La cubierta vegetal de la cuenca baja del Coatzacoalcos, y en particular de la denominada Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste, se ha visto afectada en forma drástica, debido al crecimiento urbano industrial y a la introducción de pastos para forraje de ganado bovino.

Un área considerable ha sido utilizada como potreros ganaderos, introduciéndose diversas especies de gramíneas forrajeras, algunas adaptables al medio acuático.

De la misma forma se han ampliado las superficies con fines industriales y habitacionales, o bien, para la construcción de carreteras, caminos, ductos y pozos de explotación petrolera. Debido a las causas mencionadas anteriormente, los lugares que aun conservan vegetación primaria se encuentran en forma de "islotas" de unos cuantos individuos de especies primarias, las cuales, debido a las actividades antropogénicas, están en riesgo de desaparecer de la región.



Actualmente la vegetación de la zona de estudio se encuentra constituida fundamentalmente por vegetación secundaria en diferentes estadios de regeneración, así como algunos manchones relictuales de las comunidades primarias, vegetación acuática, pastizales y áreas dedicadas al cultivo.

Los relictos de vegetación primaria presentan alteraciones en su estructura florística, ocasionada por la extracción de especies de valor comercial. Según la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), los relictos de agrupaciones vegetales primarias y secundarias, así como las diferentes formas de uso del suelo identificadas en la zona de conurbación son las siguientes:

Vegetación Primaria Terrestre

- Selva mediana perennifolia
- Selva mediana perennifolia con palmar

Vegetación secundaria

- Acahual de selva mediana perennifolia
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar
- Acahual de selva mediana perennifolia con palmar de coco

Pastizales

- Pastizal con acahual de selva mediana perennifolia
- Pastizal con palmar
- Pastizal con palmar de coco
- Pastizal con árboles aislados
- Pastizal

La vegetación en el área del proyecto de “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal Geológicamente estables”, es de Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia; sin embargo, estas áreas han sido perturbadas, originándose otros tipos de vegetación más bajas e inestables; Las especies que se encontraron en las áreas de vegetación natural corresponden a: Hormiguillo (*Cecropia obtusifolia*), Miconia (*Miconia argentea*), Guácima (*Guazuma ulmifolia*), Chalahuite (*Inga vera*), Chaca (*Bursera simaruba*), Corpus (*Vochysia guatemalensis*), Jonote (*Heliocarpus donnell-smithii*), Guayabillo (*Cupania latifolia*), Cucharero (*Dendropanax arboreus*), Cocuite (*Gliricidia sepium*), Tinaja (*Trichilia havanensis*), Ixpepe (*Trema micrantha*) entre otras.



Tendencia: Dada la dinámica de la región con relación a las actividades antropogénicas, con base en la dinámica del crecimiento industrial y de asentamientos humanos, que se han estado desarrollando se continuará con la alteración de algunas áreas presentes con vegetación secundaria preferentemente forestales, agricultura y pecuarias, en este sentido, solo se le dará continuidad ecológica a aquellas especies que son capaces de adaptarse al desarrollo previsto, rescantándose por medio de acciones de reforestación de especies nativas y rescate de individuos de flora.

VII.4.4. Fauna

Situación actual: La fauna silvestre presente en la zona de influencia del Proyecto está conformada por especies que se han adaptado a las alteraciones del medio resultado del cambio de uso de suelo o la fragmentación de la vegetación original, que se ha ido acentuando con el crecimiento en la zona de actividades antropogénicas y que en el caso del proyecto de “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, se cuenta con la vegetación en las condiciones naturales al límite de batería de las obras y actividades que han servido de reubicación natural y/o refugio en el área del proyecto.

Se registraron un total de 81 individuos, distribuidos en 16 familias y 19 especies. No se reportaron especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, en sitios fuera de los transectos fue posible observar ejemplares de iguana verde (Iguana Iguana) y turipache (*Corytophanes hernandezii*), ambas especies Bajo Protección Especial, por lo que no se descarta la presencia de algunas especies con categoría de riesgo.

El grupo de las aves es el de mayor representatividad con 65 individuos en 10 especies, seguido de los anfibios con 16 individuos en tres especies, los reptiles con 10 individuos con tres especies y los mamíferos con ocho individuos en tres especies. Porcentualmente, las aves representan el 58 %, los anfibios el 20 %, los reptiles el 12 % y los mamíferos el 10 %.

En general, las especies de fauna reportadas tanto en sistema ambiental como en predio son especies que han logrado sobrevivir en hábitats mediana y fuertemente alterados, las aves con alta posibilidad de desplazamiento en grandes distancias, los anfibios sólo se reportan para la cuenca; los reptiles que son más especies para el predio, bien puede ser debido a la formación de micro hábitat y/o aislamiento, mientras que las especies de mamíferos, se han ido adaptando a las perturbaciones de origen antrópico.

Tendencia: La fauna silvestre continuará desarrollándose de forma habitual, si se extienden las actividades de cambio de uso de suelo conforme de lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POECBRC), así como de las actividades complementarias en materia de asentamientos humanos, agrícolas y pecuarias, si existiera un incremento en el desarrollo económico de la



zona y de proyectos de sector hidrocarburos, agrícolas y ganaderas se tenderían a desplazar a la fauna presente, hacia zonas donde exista menos presiones antropogénicas, las cuales están claramente definidas en el POECBRC.

VII.4.5. Suelo

Situación actual: Dentro del área donde se ubica el proyecto, se identificó un complejo edafológico integrado por tres tipos de suelo: Cambisol ferrálico, luvisol plántico y luvisol órtico.

La mayoría de estos suelos poseen un alto potencial para la agricultura, y aunque su porcentaje de saturación es alto, generalmente necesitan tratamientos con cal y fertilizantes para obtener los máximos rendimientos. Se encuentran en regiones templadas, tropicales y subtropicales que presenten una estación seca y otra húmeda (Fitzpatrick, 1996). Tienen una alta susceptibilidad a la erosión. El subtipo plántico se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa de color blanco o amarillo con manchas rojas muy notables, que se endurecen hasta formar gravas cuando esta capa queda expuesta en la superficie por erosión (Horizonte Plántico). Es generalmente ácido.

Tendencia: Los tipos de suelo presentes en el SA y el AP no presentarán algún cambio.

VII.4.6. Hidrología

Situación actual: El SA y el AP se encuentran en la subcuenca del río Coatzacoalcos pertenecientes a la Cuenca y Región hidrológica de Coatzacoalcos. La cuenca de Coatzacoalcos se encuentra geográficamente entre los 16°38' y 18°22' latitud norte, y los 94°11' y 95°45' longitud oeste (CONAGUA, 2005). Tiene un área aproximada de 21,091 km², distribuida entre los estados de Oaxaca y Veracruz.

Las aguas del río Coatzacoalcos, sus afluentes (río Calzadas, arroyo Gopalapa y arroyo Teapa) y la Laguna Pajaritos han sufrido alteración en su calidad con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vierten 30.7 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda química de oxígeno, 6.2 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 1.5 toneladas al día de nutrientes, 1.5 toneladas al día de metales pesados, 0.13 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos y 25.3 toneladas al día de sulfatos, entre otros, más contaminación microbiológica.

El arroyo Gopalapa-Teapa, cuya delimitación es de la confluencia del río Calzadas hasta desembocadura del río Coatzacoalcos en el Golfo de México (Barra Coatzacoalcos), con una longitud de la zona 21 km. Confluencia del río Calzadas por margen izquierda y de los arroyos Gopalapa y Teapa, y ubicación de la laguna Pajaritos por margen derecha. Descarga de aguas residuales municipales y no municipales.



Recibe 1.97 toneladas/día de materia orgánica como demanda bioquímica de oxígeno y 28.8 toneladas al día como demanda química de oxígeno. La calidad del agua en esta zona presenta condiciones estuarinas. Caudal de 372 m³/s.

Por otro lado, tenemos los compuestos de fertilizantes y pesticidas conteniendo nitrógeno y fósforo, los cuales enriquecen los nutrientes de los cuerpos receptores de agua, esto provoca eutrofización, significa que proliferen la vegetación y organismos que consumen oxígeno haciendo imposible la vida acuática.

En cuanto al acuífero, el área de la planicie costera del río Coatzacoalcos que se considera en el presente estudio, cubre aproximadamente una superficie de 2,600 km² y se encuentra en el extremo sureste del estado de Veracruz. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el paralelo 17° 53', al oriente con el río Tonalá que sirve de límite con el estado de Tabasco y al oeste con una línea imaginaria que coincide sensiblemente con el meridiano que pasa por cerro de San Martín del macizo volcánico de los Tuxtlas y la población de Jáltipan de Morelos.

Su uso está destinado principalmente al abastecimiento de agua potable e industria, concentrándose en Minatitlán, considerables abatimientos por el bombeo permanente y la gran cantidad de pozos en explotación. Tiene una extensión de 8,670 Km², se considera del libre, aunque presenta semiconfinamiento local. El flujo sigue una dirección hacia el Norte y su nivel estático es variable, encontrándose entre los 10 y 30 m de profundidad. Este acuífero tiene características físico – químicas que permiten su utilización para cualquier fin y no presentar síntomas de contaminación por agua salada a pesar de cercanía con el mar y el río de Coatzacoalcos.

La extracción es de 35.80 Mm³/año, mientras su recarga es de 172.10 Mm³/año. Este acuífero existen 249 pozos, de los cuales 108 son para uso industrial, 65 para uso público-urbano, 17 para uso agrícola y pecuario y 59 para otros usos; los cuales van desde 12.87 Mm³/año en uso industrial hasta 22.72 Mm³/año para uso público-urbano mientras que para otros usos se extraen 0.20 Mm³/año.

De acuerdo a lo anterior, el balance de aguas subterráneas de cada acuífero se basa en los coeficientes de recarga y descarga y almacenamiento de las superficies identificadas y los materiales suelo/roca que aflora o subyacen.

Tendencia: La situación de la contaminación del agua del río Coatzacoalcos para disminuir el impacto en el medio ambiente de las descargas de aguas residuales al río Coatzacoalcos, la zona de estudio cuenta con 14 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), éstas se localizan distribuidas en los municipios de Minatitlán, Sayula de Alemán, Cosoleaca- que, Nanchital de Lázaro Cárdenas, Tatahuicapán de Juárez y



Coatzacoalcos, en este último se encuentra la PTAR con mayor capacidad 500 l/seg y con un gasto de operativo de 170 l/seg, solo siete de ellas se encuentran en funcionamiento.

Seguirá siendo un factor clave para el desarrollo de la región el desarrollo de PTAR, en cuanto se incremente la dinámica industrial y la demanda de asentamientos humanos ocasionado por el desarrollo económico de la región y las actividades agrícolas dela zona.

VII.4.7. Paisaje

Situación actual: El paisaje esta determinado como un complejo de tonos o componentes, de la siguiente manera:

- Paisaje Duótono de calidad Baja, Muy Frágil, formado por Uso pecuario e industrial diverso y Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada.
- Paisaje Duótono de calidad Baja, Muy Frágil, formado por Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada y Obra civil medianamente conservada.
- Paisaje Trítono de calidad Baja, Frágil, formado por Obra civil medianamente conservada, Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada y Uso pecuario e industrial diverso.
- Paisaje Monótono de calidad Muy Baja, Extremadamente Frágil, formado por Uso pecuario e industrial diverso.
- Paisaje Trítono de calidad Muy Baja, Frágil, formado por Uso pecuario e industrial diverso, Obra civil medianamente conservada y Uso urbano medianamente armónico.
- Paisaje Monótono de calidad Alta, Extremadamente Frágil, formado por Vegetación secundaria de pastizal inducido o cultivado y selva mediana subperennifolia medianamente conservada.

Finalmente se considera que el área en su conjunto mantiene un valor promedio de calidad de paisaje bajo debido, entre otras cosas, a la existencia de áreas considerablemente antropizadas y una calidad de sus elementos media.

Tendencia: Es probable que las unidades paisajísticas de tonos se sigan manteniendo, pero se podría ir deteriorando su calidad, en cuanto a que las presiones antrópicas sobre el medio siguen estando presentes y si se rebasa el porcentaje de uso de suelo establecida sin que haya una actualización de los programas de



ordenamiento ecológico de la región o nivel local, lo cual incrementará el cambio de la calidad paisajística en comparación con la vegetación primaria aún existente.

VII.5. Escenarios con proyecto y con medidas en ejecución

El escenario del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” con medidas mantiene como base el escenario sin proyecto (Línea base), pero considera una atenuación de los valores de disminución en función de los resultados que se espera que han tenido las medidas propuestas en el desarrollo del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” que se encuentre en marcha.

Se contemplarán y ejecutarán las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en los términos y condicionantes de las autorizaciones en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales número ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015 de fecha 14 de octubre de 2015 y la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental número SGPA/DGIRA/DG/09519 de fecha 11 de noviembre de 2014, a través de los diferentes programas específicos que se citan en el capítulo VI de la presente MIA-P.

VII.5.1. Uso de suelo y vegetación

Para las acciones futuras de la construcción de los pozos o cavernas de almacenamiento de GLP, las cuales se construirán de manera gradual y de acuerdo a las necesidades comerciales que se logren concretar con PEMEX, se solicitará ante la ASEA la autorización del cambio de uso de suelo a través del Estudio Técnico Justificativo.

VII.5.2. Geomorfología y topografía

El escenario con proyecto y medidas de mitigación no se alteró en esencia a lo evaluado y autorizado en su momento en las autorizaciones respectivas, con la ejecución de las medidas de mitigación para el área de cambio de uso de suelo, se mantuvieron los pendientes promedios en los rellenos y depósito de suelo, lográndose darle armonía con la topografía y geomorfología presente en el predio del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, para lo cual se continuará con la ejecución de los programas específicos establecidos.

VII.5.3. Edafología

En cuanto al tipo de suelo el escenario con medidas evaluado y autorizado previamente no se afectó, debido a que no se trajo material de relleno externo, se utilizaron cortes y suelo del mismo predio, lo cual dio mantenimiento y conservación del mismo en las áreas hubo la necesidad de rellenar dichas áreas, en cuanto al cuidado del mismo para evitar la contaminación se llevarán de manera eficaz las medidas de prevención al



utilizar letrinas móviles y el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos generados en las etapas de la preparación del sitio y construcción, para lo cual se continuará con la ejecución de los programas específicos establecidos.

VII.5.4. Hidrología superficial y subterránea

El escenario planteado con medidas que fue evaluado y autorizado no se afectó, debido a que las obras de drenaje para el manejo de escorrentías existentes no perdieron sus cauces naturales al ser canalizadas adecuadamente en las áreas de las piletas y el cruce de caminos, garantizando el flujo hidrológico existente aguas abajo y su cauce hacia la desembocadura al río Coatzacoalcos.

Por otro, lado las medidas de compensación establecidas en la reforestación del predio HUEAPA mediante la reforestación con especies nativas garantiza que el acuífero subterráneo siga manteniendo su infiltración mediante el aporte con las obras de drenaje y de restauración de flora, para lo cual se continuará con la ejecución de los programas específicos establecidos.

VII.5.5. Flora

Con la aplicación de manera previa a la ejecución del desmonte y despalde del programa de rescate y reubicación de flora se logró mantener el escenario con medidas autorizado y evaluado se logró mantener en buen número las especies presentes sujetas algún estatus de protección conforme a las especies de importancia de valor ecológico y medicinal presentes en las áreas de cambio de uso de suelo. Sin embargo es necesario continuar con las medidas de compensación con el programa de reforestación en el predio HUEAPA hasta cumplir la superficie comprometida con especies nativas durante todo el período de ejecución autorizado año con año hasta su conclusión, para lo cual se continuará con la ejecución de los programas específicos establecidos.

VII.5.6. Fauna

Con la aplicación de manera previa a la ejecución del desmonte y despalde del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna se logró mantener el escenario con medidas autorizado y evaluado se logró mantener en buen número las especies presentes sujetas algún estatus de protección conforme a la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies de lento desplazamiento, rescate de nidos y madrigueras, sin embargo es necesario continuar con las medidas de compensación con el programa de restauración en el predio HUEAPA hasta cumplir la superficie comprometida con especies nativas durante todo el período de ejecución autorizado año con año hasta su conclusión para que la fauna presente use esta



área como alimentación, reproducción y descanso de ciertas especies de fauna, para lo cual se continuará con la ejecución de los programas específicos establecidos..

VII.5.7. Paisaje

El escenario proyectado con medidas se cumplió satisfactoriamente, ya que la infraestructura del proyecto se integró de manera armónica al sitio lográndose un paisaje con una visibilidad y calidad paisajística buena con la vegetación aledaña y las nuevas topografías que se modificaron, lográndose una integración de acuerdo al tipo de vegetación y usos de suelo y crecimiento industrial del municipio de Ixhuatlán del Sureste y de Nanchital, para lo cual se continuará con la ejecución de los programas específicos establecidos.

VII.6. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

Las acciones o estrategias ambientales previstas en el Programa de Vigilancia Ambiental son diseñadas para prevenir y mitigar los impactos ambientales adversos sobre el entorno que derivan de la realización del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”. Además, las medidas propuestas pueden contribuir a restituir uno o más componentes o factores del medio, a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser posible, se restablecerán al menos las propiedades básicas iniciales.

Bajo esta óptica, se estructuró el Programa de Vigilancia Ambiental que integra los siguientes programas:

- Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna,
- Programa de rescate y reubicación de flora,
- Programa de Reforestación,
- Programa de Manejo Integral de Residuos,
- Programa de Restauración y Conservación de Suelos
- Programa de Educación Ambiental,

VII.6.1. Objetivos

Generales

- Garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la MIA-P del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”.



- Presentar a la autoridad los lineamientos técnicos necesarios que **ASSE**, deberá seguir para ejecutar exitosamente cada medida de prevención, mitigación y compensación propuesta en la **MIA-P** del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”.

Particulares

El presente **PVA** pretende ser un instrumento de gestión ambiental a través de la atención integral y ordenada de las distintas medidas y actividades de prevención, control y mitigación que fueron propuestas en la **MIA-P** del Proyecto, de este modo, el **PVA** tiene como objetivos específicos los siguientes:

- No comprometer la biodiversidad.
- No provocar la erosión de los suelos.
- No provocar el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación.
- No comprometer la integridad actual de ningún componente ambiental dentro del SA que envuelve al proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”.
- Elaborar bitácoras que permitan que la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación o compensación puedan ser ubicables, medibles y cuantificables, logrando así una mejor comprensión de la efectividad de las medidas y en su caso que estas puedan ser evaluadas por la autoridad correspondiente.

VII.6.2. Metas y alcance

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del Proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, el cual aplica tanto para personal, como a contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio. Es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dichas medidas dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas determinando así la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del proyecto, cuantificando sistemáticamente los efectos ambientales de las obras y actividades del mismo a través de la generación de **informes anuales** de las acciones realizadas por componente ambiental.

VII.6.3. Responsables

La correcta ejecución del **PVA** será responsabilidad por una parte el organismo promotor es decir **ASSE**, y por otra, las empresas contratistas.



A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente PVA.

VII.6.4. Responsabilidades de ASSE

La aplicación del PVA será responsabilidad primordialmente de ASSE, quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental quienes tendrán la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones que permitan que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas funcionen como se ha previsto, o, en su caso tomar las decisiones y ejecutar las acciones pertinentes en caso de que no sea así, además de que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación, construcción y operación del Proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, llenar las bitácoras de seguimiento, elaborar informes referentes a observaciones durante y después a la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecución y coordinación del PVA.
- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que esas pudieran presentar.
- Elaboración de informes anuales sobre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este PVA.
- En su caso, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación, o compensación en caso de ser necesarias, así como modificación a las ya establecidas en caso de así requerirse.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del proyecto (contratistas, responsables de obra, entre otros) y que se encuentra la mayor parte del



tiempo en el área del proyecto, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras, esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, y no solo durante la presencia de los supervisores ambientales.

VII.6.5. Responsabilidades de de los contratistas

En algunos casos en específico, para dar cumplimiento a alguna de las medidas propuestas será necesario el recurrir a los contratistas, que en su caso tendría las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas correctoras según lo previsto en este PVA.
- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del PVA.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

VII.6.6. Metodología del PVA

El cumplimiento oportuno y eficaz de cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas, se logrará mediante la aplicación de *Acciones de vigilancia ambiental*. Se pretende dar seguimiento a las obras y actividades del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, para evaluar su desempeño ambiental, a través de la medición de indicadores de cumplimiento de cada una de las medidas presentadas en los numerales del presente PVA.

Las Acciones de vigilancia y monitoreo ambiental se realizarán diariamente durante la ejecución de las diferentes etapas del Proyecto (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y mantenimiento y Etapa de cierre o Abandono) a lo largo de la vida útil del mismo.

VII.6.6.1. Supervisor ambiental

La función del **Supervisor Ambiental** la asumirá personal con demostrada experiencia y amplio conocimiento en el campo de aplicación del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”, que dará seguimiento y evaluará el desempeño ambiental a través de la medición de los indicadores de efectividad establecidos para la evaluación del cumplimiento de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas en la MIA-P, documentando las desviaciones identificadas y proponiendo los ajustes necesarios que atiendan los impactos identificados, incluyendo los acumulativos, sinérgicos y/o residuales.

Las funciones del **Supervisor Ambiental** serán las siguientes:



1. Acreditar la aplicación de las acciones que realice el promovente **ASSE** y las compañías contratistas y subcontratistas, durante el desarrollo de las actividades del Proyecto. para el cumplimiento de las medidas de control, prevención y mitigación.
2. Supervisar en campo las acciones que realice el promovente **ASSE** y las compañías contratistas y subcontratistas, para el cumplimiento de las medidas de control, prevención y mitigación, y valorar la eficacia de dichas medidas y en su caso proponer ajustes o modificaciones a las mismas para evitar afectaciones ambientales críticas.
3. Dar seguimiento a los impactos ambientales negativos causados durante el desarrollo del Proyecto y poder determinar, de manera inmediata, que los niveles de estos no se acerquen a un nivel crítico no deseado.
4. Promover la elaboración y aplicación de procedimientos, prácticas y acciones que estén orientadas a reforzar la cultura de prevención, manejo seguro y limpio desde el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras del Proyecto.
5. Promover e implantar programas de sensibilización y entendimiento de las acciones para el cumplimiento de las medidas de prevención, mtigación y compensación de la **MIA-P** para los trabajadores del Promovente **ASSE**, así como de las compañías contratistas.
6. Reportar los incumplimientos, faltas y omisiones relacionadas con el cumplimiento las medidas de prevención, mtigación y compensación de la **MIA-P**, en que incurran el Promovente **ASSE** y/o contratistas.

VII.6.6.2. Rubros de inspección y monitoreo

Los rubros que cubren las diferentes medidas de mitigación son los relacionados con los elementos del ambiente susceptibles a ser afectados: [1] Suelo; [2] Aire, [3] Agua superficial y subterránea, [4] flora, [5] fauna y [6] paisaje.

VII.6.6.3. Estrategias de inspección y monitoreo

La inspección y evaluación del desempeño ambiental del proyecto “Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable” será ejecutada de manera diaria directamente por el **Supervisor Ambiental** y/o a través del personal técnico a su cargo, o de los encargados ambientales de las empresas contratistas y subcontratistas. La inspección en campo se ejecutará mediante recorridos diarios en las áreas operativas del Proyecto, incluyendo todos los frentes de trabajo en sus distintas



actividades y etapas, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las medidas de control, prevención y mitigación establecidas.

Las evidencias encontradas serán registradas en la bitácora de registro de inspección diaria de cumplimientos ambientales. En caso de encontrarse incumplimientos, se elaborará un formato de atención a incumplimientos ambientales donde se registre dicho incumplimiento y una recomendación de urgente aplicación (medida correctiva).

Se realizarán registros fotográficos, y al final de la inspección semanal se dejarán asentados los incumplimientos en una bitácora ambiental que permanecerá permanentemente con el **Supervisor Ambiental**. En dicha bitácora se registrarán también las recomendaciones realizadas por el Supervisor encargado de la vigilancia para corregir los incumplimientos detectados y con ello se esté en posibilidad de presentar evidencias de cumplimiento en los informes anuales ante ASEA.

La bitácora ambiental será firmada por el Supervisor Ambiental y el o los encargados ambientales de las empresas contratistas y subcontratistas que correspondan, como declarantes de los incumplimientos y como enterado de los mismos.

En caso de que, resultado de la inspección, se detecten situaciones críticas de riesgo ambiental, el **Supervisor Ambiental** propondrá las acciones inmediatas necesarias para controlar, minimizar o eliminarlas, dejando un registro de su ejecución y resultados a través de la Bitácora Ambiental.

El **Supervisor Ambiental** realizará una reunión con personal directivo de las empresas contratistas y subcontratistas, así como con el personal técnico involucrado en el proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**”, en particular los correspondientes encargados ambientales, para informar sobre la aplicación del **Programa de Vigilancia Ambiental**, así como del alcance y la estrategia de la inspección para dar cumplimiento al mismo, incluyendo el Manual de Buenas Prácticas Ambientales. En la reunión se presentará a los involucrados en la supervisión, dando a conocer la línea de personal a contactar y los canales de comunicación.

En caso de que el **Supervisor Ambiental** lo considere conveniente, convocará a reuniones ordinarias o extraordinarias con tomadores de decisiones en el proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**” y, de ser el caso, con representantes de las empresas contratistas, para dar a conocer los resultados de la aplicación del PVA, principales aspectos detectados, y presentar propuestas para el mejoramiento del desempeño ambiental. Al final de la reunión, se elaborará y firmará una minuta de la reunión de gestión y seguimiento ambiental.

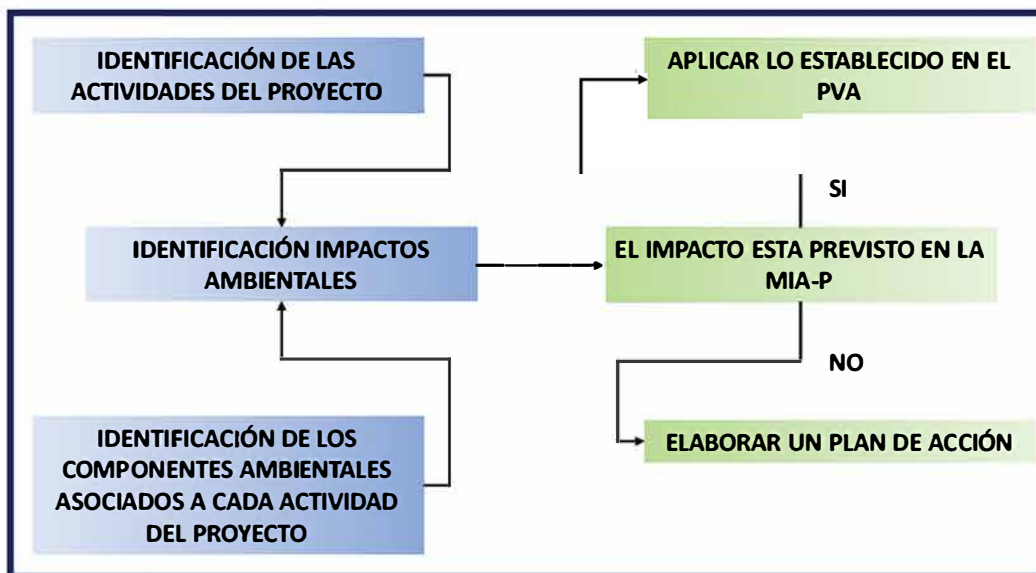
VII.6.7. Seguimiento, control y monitoreo

El Gerente o Responsable Ambiental realizará visitas de supervisión, mediante las cuales se verificará el debido cumplimiento de todas y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de los programas incluidos dentro del **Programa de Vigilancia Ambiental**. Durante las visitas de inspección se llenarán bitácoras de cumplimiento para dar un seguimiento adecuado a las observaciones. A continuación, se presenta un ejemplo de una bitácora de supervisión y monitoreo.

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del proyecto, así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas.

Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **Programa de Vigilancia Ambiental**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos, tal y como se muestra en la figura.

Figura VII. 5. Esquema de incorporación de acciones al PVA



VII.6.8. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

VII.6.8.1. Desarrollo y registro de evidencias de las visitas de supervisión bajo los mecanismos de inspección

La bitácora de registro de inspección diaria de cumplimientos consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de cumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección,



por factor e indicador ambiental afectado, anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación por coordenadas UTM. Así mismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento. La bitácora de registro de inspección diaria de cumplimientos utilizada en cada visita de inspección será elaborada por el Supervisor Ambiental y/o el personal a su cargo, y será firmada por el Supervisor Ambiental. Se anotará claramente las fechas y número de folio por cada bitácora elaborada diariamente.

El **formato de atención a incumplimientos ambientales** consiste en un registro donde se describe el incumplimiento detectado, la (s) recomendación (es) realizada (s) para corregirlo de manera inmediata, así como un apartado donde el promovente o el responsable ambiental de las empresas contratistas y/o subcontratistas firman de enterado y describen la atención y seguimiento que se le dará al respecto para subsanarlo.

La **bitácora ambiental** corresponde a un documento donde se registrarán el o los incumplimientos identificados y registrados, el sitio en que ocurrió y las recomendaciones propuestas por el Supervisor Ambiental para subsanar el incumplimiento. Esta bitácora será elaborada por el personal de inspección y firmada por el promovente o el responsable ambiental de las empresas constructoras y finalmente por el Supervisor Ambiental.

Además, deberá generarse un **Anexo fotográfico de evidencias** que documente a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo, los cumplimientos e incumplimientos ambientales identificados más relevantes. Este anexo fotográfico deberá elaborarse con una periodicidad mensual.

La minuta de reunión de gestión y supervisión ambiental consiste en un documento donde se quedarán asentados los acuerdos y compromisos propuestos en reuniones de trabajo por parte del Supervisor Ambiental, del promovente y del o de los responsables ambientales de empresas contratistas y subcontratistas. Quedará registrado en cada minuta, los acuerdos para su fácil identificación y aplicación en campo por parte del involucrado que corresponda, estableciendo alcance y fecha de cumplimiento de los compromisos adquiridos.

VII.6.8.2. Evaluación y presentación de resultados

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y, mitigación, serán éstas evaluadas con uno o más **indicadores de cumplimiento** para cada una de las medidas aplicables en el período de revisión, y estos pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición que puede constatare presencionalmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).



En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse. Las **reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas**, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de los programas respectivos, incluidos en este **Programa de Vigilancia Ambiental**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

VII.6.8.3. Elaboración de informes

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas.

El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección se notificará en el documento **Informe Mensual** de Ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental, que será entregado a la promovente del proyecto, para que sean presentados como evidencia de cumplimiento, en los informes anuales requeridos por la ASEA.

VII.6.8.4. Documentos que se generarán

Resultado de la realización de inspecciones diarias, se generarán documentos que registren las evidencias y su respectivo análisis, los cuáles serán un instrumento para la inspección y evaluación de las autoridades ambientales competentes.

- Bitácora de registro de inspección diaria de cumplimientos [**Diaria**].
- Formato de atención a incumplimientos ambientales [**Diario**].
- Bitácora Ambiental [**Diario**].
- Minuta de reunión de gestión y seguimiento ambiental [**Evento**].
- Matriz de estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del Proyecto [**Mensual**].
- Registros fotográficos de evidencias [**Mensual**].
- Informe Mensual de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental [**Mensual**].
- Informe Anual de Cumplimiento de Términos y Condicionantes del Oficio Resolutivo que emita la ASEA [**Anual**].



VII.6.9. Puntos de comprobación

La ejecución de las Acciones de vigilancia ambiental se realizarán en los frentes de trabajo (obras permanentes y temporales) dentro de las áreas autorizadas para las obras y/o actividades del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**”, así como en los sitios fuera de ésta superficie en que se llevan a cabo actividades relacionadas con el proyecto, además de aquellas áreas donde se manejen residuos o materiales que se encuentran regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, como lo son el almacén temporal de residuos peligrosos donde se trasladarán y dispondrán de manera temporal los residuos generados por el mismo y los talleres de mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizada.

VII.6.10. Indicadores del PVA

El indicador de realización para el PVA serán los siguientes.

Tabla VII. 2. Indicadores de realización

Nombre del indicador	Formula	Observaciones
Porcentaje de cumplimiento de acciones de supervisión	%PAS = Número de acciones supervisión realizadas en el año /No. de acciones de supervisión programas al año	De conformidad al cronograma del PVA establecido anualmente
Porcentaje de cumplimiento de las acciones de supervisión para cada programa específico	%PASPE = Número de acciones supervisión realizadas en el año para cada programa específico /No. de acciones de supervisión programas al año para cada programa específico	De conformidad al cronograma del PVA establecido para fase del Proyecto

VII.7. Conclusiones

Este apartado tiene como objetivo el analizar la información recabada para cada uno de los diferentes elementos que componen el sistema ambiental, que impera en la zona de estudio del proyecto “**Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable**”. Con la información recabada, se pretende elaborar un inventario y posteriormente formular un diagnóstico, previo a la realización del proyecto que comprende las obras propuestas. En este análisis, se incluyen las actividades productivas y antropogénicas que actualmente se desarrollan en el sitio del proyecto y se pretende mediante él, determinar el grado de perturbación de los recursos naturales y los cambios sufridos por las emisiones contaminantes existentes.



De los diversos aspectos analizados en el presente documento, cabe destacar como principales conclusiones derivadas de este estudio las siguientes:

- Que durante la ejecución de las obras y actividades del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”**, no se causarán afectaciones a los componentes ambientales, abióticos, tales como al aire, suelo, hidrología superficial y subterránea, geomorfología y relieve, así como a los componentes bióticos flora, fauna y paisaje.
- El área del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”** en su superficie de 25.2 has se ubica en superficies con un grado de alteración, debido a las diversas actividades que se desarrollaron en el pasado y que actualmente se llevan a cabo sobre su polígono como lo son: las actividades de almacenamiento de GLP en cavernas o pozos en domos salinos.
- Existen varias fuentes fijas de emisiones contaminantes al ser un área con una vocación industrial, en donde se ha polarizado el desarrollo de la industria petrolera y petroquímica.
- El impacto de remoción de la cobertura vegetal en el área del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** de manera sinérgica incide en diferentes impactos como son la pérdida y erosión del suelo, la modificación al hábitat, el desplazamiento y pérdida de individuos de fauna y flora. Estos impactos ambientales adversos son permanentes en las áreas de la infraestructura de obra civil, pero será mínimo en aquellas áreas donde existen obras asociadas temporales. Con base en la congruencia y cohesión del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** no pone en riesgo la biodiversidad y ecosistemas del SA, garantizando su continuidad funcional.
- Los impactos adversos en el componente aire, como lo es la calidad del aire y la modificación del confort sonoro, en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** serán bajos debido a las características del uso de la maquinaria y equipos, en cuanto a los niveles de reducción de ruido así mismo se adecuarán a las normas mexicanas establecidas por las autoridades competentes, por lo que no implica un desequilibrio en el confort sonoro. En cuanto el uso de la maquinaria y el equipo en la etapa de preparación del sitio y construcción se mantendrán bajos y su impacto será temporal y reversible debido a la excelente capacidad de asimilación y dispersión de los contaminantes bajo la velocidad de vientos que representa la zona.
- El impacto sobre la fauna silvestre se considera como poco significativo, sin embargo, dada las características de las poblaciones presentes en el sitio (residentes), sus hábitos alimenticios, reproductivos y preferencias de hábitat, minimizan los riesgos del uso de hábitat del proyecto



“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”. Asimismo, las características de diseño del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”**, así como las diferentes medidas y programas preventivos, de mitigación y compensación que se pretenden implementar, coadyuvan directamente para que dicho impacto no ponga en riesgo las poblaciones presentes o las haga propensas a un umbral de eliminación. Por lo que no se pone en riesgo la presencia y viabilidad de las poblaciones de fauna silvestre.

- El desarrollo del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** no representa un riesgo para la integridad y funcionalidad de los ecosistemas y áreas prioritarias cercanas como son la RTP y AICAS. Lo anterior, a que su injerencia es nula dentro de estas áreas, así como las actividades del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** no son semejantes a las principales presiones a las que se encuentran sometidas.
- Por último, en el Capítulo VI, se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto **“Almacenamiento de Gas LP en Caverna de Sal Geológicamente Estable”** e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de manejo y gestión ambiental, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto, que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SA delimitado.

Por lo antes expuesto, el proyecto en operación **“Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”**, no ocasionará impactos adversos muy significativos, la mayor incidencia de impactos son no significativos moderados y la mayor cantidad son poco significativos, siendo mitigables, puntuales, temporales y reversibles con las medidas de prevención y mitigación propuestas, lo que hace que el presente proyecto en operación **“Almacenamiento de Gas LP en cavernas de sal geológicamente estable”** sea ambientalmente viable.



ALMACENAMIENTOS SUBTERRANEOS DEL SURESTE, S.A DE C.V.

PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALDA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE
LA LFTAIP

ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE S.A. DE C.V.

PREPARADO PARA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (AGENCIA DE
SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)





CONTENIDO

VIII. identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores	3
VIII.1. Anexos documentales.....	3
VIII.2. Anexos Técnicos	3
VIII.3. Sistema Ambiental	4
VIII.4. Planos y Diagramas de flujo	4
VIII.5. Bibliografía.....	4
VIII.6. Glosario.....	6

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALDA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Anexos documentales

Anexo 1. Copia simple del acta constitutiva del promovente.

Anexo 2. Copia simple del RFC del promovente.

Anexo 3. Copia simple del poder del representante legal e identificación oficial.

Anexo 4. Copia de la cédula profesional del responsable técnico.

Anexo 5. Pago de Derechos.

Anexo 6. Formato e5.

Anexo 7. Oficio SGPA/DGIRA/DG/09519, 11 de noviembre de 2014

Anexo 8. Oficio ASEA/UGI/DGGOI/0031/2015, 14 de octubre de 2015, CUSTF

Anexo 9. Acta ASEA/USIVI/DGSIVTA/AI/AMB/00015-2019, 06 de noviembre de 2019

Anexo 10. Oficio RESOLUTIVO ASEA/USIVI/0525/2019, 18 de diciembre 2019

Anexo 11. Oficio ASEA/UGI/DGGPI/1014/2020, 17 de junio de 2020, determina nueva MIA-P, con Actividad Altamente Riesgosa

VIII.2. Anexos Técnicos

Anexo JJ. Manual de Instrucciones de operación

Anexo S. Protección catódica

Anexo LL. ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

1. Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto
2. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones
3. Señalamiento de las medidas preventivas y de seguridad en materia ambiental
4. Resumen
5. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos de información que sustentan el estudio de riesgo ambiental

Anexo MM Plano de Modelaciones de escenarios

Anexo NN Mapas de Radios de afectación 500M



Anexo F. Resultados del Simulador (Modelación)

Anexo E Hojas de datos de seguridad

Anexo B. HazOp

Anexo C. What If

Anexo D. Árbol de Fallas

Anexo A. Hazid

VIII.3. Sistema Ambiental

Anexo KK. Mapas Sistema Ambiental de la MIA-P

VIII.4. Planos y Diagramas de flujo

Anexo OO Diagramas de Flujo

Anexo PP Diagramas de Escenarios Operativos

Anexo Planos As Built.

VIII.5. Bibliografía

Arriaga Cabrera, L.; Ella Vázquez-Domínguez; Jaime González-Cano; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y Verónica Aguilar Sierra (coords). 1998a. *Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.*

Arriaga Cabrera, L.; V. Aguilar Sierra; J. Alcocer Durán; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. *Regiones Terrestres Prioritarias; Fichas Técnicas y Mapa* (escala 1:4,000,000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Flores Villela, Oscar; 1994. *La taxonomía herpetológica en México; un análisis breve.* En: Llorente Bousquets, Jorge e Isolda Luna Vega (compiladores). *Taxonomía biológica.* Ediciones Científicas Universitarias, primera edición. México.

Fleming. T.H. 1988. *The short tailed fruit bat: A Study in plant animal interactions.* University of Chicago. Press. Illinois.

Flores-Villela, O. (1991). *Análisis de la distribución de la herpetofauna de México.* Tesis doctoral. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

García, Enriqueta; 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Cuarta edición.

Galindo-González, J., y V. J. Sosa. 2003. *Frugivorous bats in isolated tress and riparian vegetation associated with human-made pastures in a fragmented tropical landscape.* *Southwestern Naturalist* 48:579-589.

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

- Galindo-González. J. 2004. *Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat*. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2):239-243.
- González-Romero, A. y R. Murrieta-Galindo. 2008. *Anfibios y reptiles*. Pp. 135-147. En: *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, manejo y conservación*. R.H.
- Howell, Steve N.G., Sophie Webb; 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, primera edición. Nueva York, EUA.
- INEGI, 1990. *Guía para la interpretación de cartografía; edafología*. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, 1990. México.
- INEGI. 2000c. XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Resultados Definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.). *Instituto de Ecología, A.C. - Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT*. México.
- Handley. C. O. Jr., D.E. Wilson y A. L. Gardner. 1991. *Introduction*. Pp.19, En: *Demography and natural history of the common fruit bat, Artibeus jamaicensis, on Barro Colorado Island* (C.O. Handley. Jr, D.E. Wilson y A. L. Gardner, eds.) *Smithsonian Institution Press*. 173 p.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 2010. *A guide to the birds to the Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. USA. 855 pp.
- INEGI. 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010*.
- Lee C. Julian (1996), *The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula*. Cornell University Press. United States of America.
- López-Luna, M. A., R. C. Vogt y M. A. de la Torre Loranca (1999). *A new species of montane pitviper from Veracruz, México*. *Herpetológica* 55(3): 382-389.
- Marsh, L.K., Cuarón, A.D., Cortés-Ortiz, L., Shedden, A., Rodríguez-Luna, E. & de Grammont, P.C, 2008. *Alouatta pigra*. In: *IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1*. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 18 July 2012.
- Medellín, R.A., H.T. Arita y O. Sánchez. 1997. *Identificación de los murciélagos de México*. Clave de campo. Publicaciones Especiales, No. 2. Asociación Mexicana de mastozoología,
- National Geographic Society. 2008. *Field guide to the birds of North America*. 5ª Ed. National Geographic Society. USA. 479 pp.
- Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1989. *Aves de México*. Diana. México. 298 pp.
- Pennington, T.D. y J. Sarukán, 1970. *Manual para la Identificación de Árboles Tropicales de México*. INIFAP, 406pp.
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Payle, T.E. Martin, D.F. Desante y B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albanu, CA: *Pacific Southwest Research Station, Forest Service, Department of Agriculture*. USA. 46 pp. Reid, F. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, Nueva York, USA. 400 pp.

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Reynoso-Rosales, V., F. Mendoza-Quijano, C. Valdespino-Torres, X. Sánchez-Hernández. 2005. *Anfibios y reptiles*. 241-260 pp. En: Bueno J., F. Álvarez, S. Santiago (Eds.).

Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/>

Servicio Sismológico Nacional (SSN). Regiones Sísmicas en México. http://www2.ssn.unam.mx/website/jsp/region_sismica_mx.jsp.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). <http://www.conapo.gob.mx/>

VIII.6. Glosario

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Agua friática: Es el agua natural que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región. La superficie del agua se designa como nivel del agua friática.

Benéfico o adverso: Positivo o negativo.

Biodegradable (Biodegradable): Material que puede ser descompuesto o sujeto a putrefacción por bacterias u otros agentes naturales.

Biodiversidad: Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies, los ecosistemas y los complejos ecológicos que forman parte de la biosfera.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Capacidad de ducto (Pipeline capacity): El volumen de aceite o gas que se requiere para mantener el ducto lleno, o el volumen que se puede hacer pasar a través del ducto en un determinado período.

Decibel: Décima parte de un bel; su símbolo es dB.

Degradación: Cambio o modificación de las propiedades físicas y químicas de un elemento, por efecto de un fenómeno o de un agente extraño. Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

Derecho de vía: Bien del dominio público de la Federación constituido por la franja de terreno de anchura variable, que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección, mantenimiento y en general para el uso adecuado de una vía de comunicación o de una instalación para el transporte de fluidos y de sus servicios auxiliares. Se incluyen en la presente definición los derechos de vía de caminos, carreteras, ferrovías, líneas de transmisión telefónicas y eléctricas, así como las de las tuberías de ductos para el transporte de agua, hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

Diablo (Pig): Artefacto empleado para limpiar un ducto o para separar dos líquidos transportados a lo largo del ducto. Se le inserta en el ducto y es arrastrado por el flujo de aceite o gas. Un «diablo inteligente» está adaptado con sensores que pueden detectar corrosión o defectos en el ducto.

Ducto (Pipeline): Tubería para el transporte de crudo o gas natural entre dos puntos, ya sea tierra adentro o tierra afuera.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Emisión: La descarga directa o indirecta a la atmósfera de energía, o de sustancias o materiales en cualesquiera de sus estados físicos.

Emisiones fugitivas: Emisiones que escapan supuestamente de un sistema.

Especie: La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que presentan características morfológicas, etológicas y fisiológicas similares, que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo requerimientos de hábitat semejantes.

Especie y subespecie amenazada: La especie que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. En el entendido de que especie amenazada es equivalente a especie vulnerable.

Especie y subespecie en peligro de extinción: Es una especie o subespecie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros.

Especie y subespecie endémica: Es aquella especie o subespecie, cuya área de distribución natural se encuentra circunscrita únicamente a la República Mexicana y aguas de jurisdicción federal.

Especie y subespecie rara: Aquella especie cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida, o hábitats muy específicos.

Especie y subespecie sujeta a protección especial: Aquella sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas.

Especies con estatus: Las especies y subespecies de flora silvestre, catalogadas como en peligro de extinción, amenazado, raro y sujeto a protección especial en la Norma Oficial Mexicana NOM- 059-ECOL-2001.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Fuentes fijas: Todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes.

Fuentes móviles: Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

Gas Natural (Natural gas): El gas licuado del petróleo es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Lleva consigo procesos físicos y químicos por ejemplo el uso de metano. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre.

Hidrocarburo (Hydrocarbon): Cualquier compuesto o mezcla de compuestos, sólido, líquido o gas que contiene carbono e hidrógeno (por ejemplo: carbón, aceite crudo y gas natural).

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Maquinaria y equipo: Es el conjunto de mecanismos y elementos combinados, destinados a recibir una forma de energía, para transformarla a una función determinada.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Nivel freático: Nivel superior de la zona saturada, en el cual el agua contenida en los poros se encuentra sometida a la presión atmosférica.

Óxidos de azufre (SOx): Compuestos generados por los procesos de combustión de energéticos que contengan azufre en su composición. Contribuyen al fenómeno de la lluvia ácida.

Óxidos de nitrógeno (NOx): Término genérico para los gases de óxido de nitrógeno. Compuestos generados durante los procesos de combustión.

Partículas sólidas o líquidas: Fragmentos de materiales que se emiten a la atmósfera en fase sólida o líquida;

Partículas suspendidas totales (PST): Término utilizado para designar la materia particulada en el aire.

ppm: Partes por millón.

Protección catódica (Cathodic protection): Un método empleado para minimizar la corrosión electroquímica de estructuras tales como las plataformas de perforación, tuberías y tanques de almacenamiento.

Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Relleno sanitario: Sitio para el confinamiento controlado de residuos sólidos municipales.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema Ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Trampa (Trap): Estructura geológica en la cual se acumulan hidrocarburos para formar un campo de aceite o gas. Ver también: Trampa estructural.

Trampa de líquido (Slug catcher): Planta instalada en un sistema de gasoductos para atrapar líquidos.

Uso agrícola: La utilización de agua nacional destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

Uso agroindustrial: La utilización de agua nacional para la actividad de transformación industrial de los productos agrícolas y pecuarios.

Uso doméstico: Utilización del agua nacional destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.

Uso industrial: La utilización de agua nacional en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como



PROYECTO:

“ALMACENAMIENTO DE GAS LP EN CAVERNA DE SAL GEOLOGICAMENTE ESTABLE”

la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.

Uso pecuario: La utilización de agua nacional para la actividad consistente en la cría y engorda de ganado, aves de corral y animales, y su preparación para la primera enajenación, siempre que no comprendan la transformación industrial.

Uso público urbano: La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, a través de la red municipal.

Usos múltiples: La utilización de agua nacional aprovechada en más de uno de los usos definidos en párrafos anteriores, salvo el uso para conservación ecológica, el cual está implícito en todos los aprovechamientos.