



Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo.

OSONYER STORAGE S.A. DE C.V.

Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024. Parque Industrial Tepeji,

Municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo

ESTUDIO DE RIESGO NIVEL 2 ANÁLISIS DE RIESGO

Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo

OSONYER STORAGE S.A. DE C.V.

Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024. Parque Industrial Tepeji,

Municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo.

INDICE

	Pág.
I DATOS GENERAL DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	7
I.1.1. Nombre del proyecto	7
I.1.2. Datos del sector y tipo de proyecto	7
I.1.3. Sector	7
I.1.4. Subsector	7
I.1.5. Tipo de proyecto	7
I.1.6. Estudio de Riesgo Nivel	7
I.1.7. Ubicación del proyecto	8
I.1.8. Dimensiones del proyecto	8
I.2. Datos del promovente	9
I.2.1. Nombre de la Empresa u Organismo Solicitante	9
I.2.2. Registro Federal de Causantes	9
I.2.3. Nombre Completo del Representante Legal de OSONYER STORAGE	9
I.2.4. Cargo del Representante Legal	9
I.2.5. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones	9
I.3 Datos generales del responsable del estudio de Riesgo	10
I.3.1. Nombre Completo y firma del responsable de la elaboración del estudio	10
I.3.2. Dirección del responsable técnico del estudio	10
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
II.1. Nombre del proyecto	11
II.1.1. Descripción de la actividad a realizar, su(s) procesos, e infraestructura necesaria indicando ubicación, alcance, e instalaciones que lo conforman.	11
II.1.2. ¿La planta se encuentra en operación?	17
II.1.3. Planes de crecimiento a futuro señalizando la fecha estimada de realización	17
II.1.4 Vida útil del proyecto	17
II.1.5. Criterios de ubicación	17
II.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	19
II.2.1. Planos de localización	19
II.2.2. Colindancias del proyecto	19
II.2.3. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o áreas)	20
II.2.4. Actividades conexas	20
II.2.5. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.	20
II.2.6. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, permiso de construcción, autorización en materia de impacto ambiental, etc.) Anexar comprobantes.	20
III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.	21
III.1 DESCRIPCIÓN DE (LOS) SITIO(S) O ÁREA(S) SELECCIONADA.	21
III.1.1 Flora	21
III.1.2 Fauna	26
III.1.3 Suelo	32
III.1.4 Hidrología	43
III.1.5 Densidad demográfica	52

III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	59
III.2.1 Temperatura (mínima, máxima y promedio)	61
III.2.2 Precipitación pluvial	63
III.2.3 Dirección y velocidad del viento	63
III.3 INTEMPERISMOS SEVEROS	64
IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO	65
V. DESCRIPCION DEL PROCESO	71
V.1 Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base en las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos	72
V.1.1 Proyecto Civil	77
V.1.2 Proyecto Mecánico	83
V.1.3 Proyecto Eléctrico	85
V.1.4 Proyecto Sistema Contra Incendio	86
V.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	93
V.3 Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas.	98
V.4 HOJAS DE SEGURIDAD	99
V.4 Hojas de datos de seguridad (HDS), de aquellas sustancias /o materiales considerados peligrosos que presentan alguna característica CRETIB	99
V.4.1 Precauciones Especiales	99
V.4.2 Propiedades Físicas	100
V.4.34 Riesgo a la Salud	101
V.4.4 Riesgos de Fuego o Explosión	103
V.5 ALMACENAMIENTO	103
V.4.1 Listar el tipo de recipiente y/o envases de almacenamiento, especificando: cantidad, características, código, estándares de construcción, dimensiones, capacidad máxima de almacenamiento, dispositivos de seguridad instalados, localización dentro del arreglo general de la planta	104
V.6 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES	106
V.6.1 Descripción de los equipos de proceso y auxiliares: especificando características, tiempo estimado de uso y localización dentro del arreglo general de la planta. Número de equipos, características técnicas y de diseño, así como sus dispositivos de seguridad, y localización dentro del arreglo general de la planta.	106
V.7 CONDICIONES DE OPERACIÓN	108
V.7.1 Balance de materia	108
V.7.2 Temperatura y Presiones de Diseño y Operación	108
V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso	109
V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes)	109
V.7.5 Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente	110

VI. ANÁLISIS DE RIESGO	111
VI.1 Antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención	111
VI.2. Con base en los DTI'S de la ingeniería de detalle, identificar y jerarquizar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de algunas de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP): Análisis de Modo de Falla y Efecto (FMEA) y Árbol de Fallas: o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de estas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma en caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.	113
VI.2.1 Metodologías aplicadas	113
VI.3 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	127
VI.3.1 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o de los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.	127
VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).	150
VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación o proyecto que se encuentran dentro de la zona de alto riesgo	158
VI.6. Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.	167
VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma	169
VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios	169
VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente,	179
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	183
VII.1 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación	183
VII.2 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.	185
VII.3 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados	188



Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo.

OSONYER STORAGE S.A. DE C.V.

Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024. Parque Industrial Tepeji,

Municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo

APÉNDICES	
"A" Certificación en riesgo	
"B" Planos de la instalación	
"C" Autorizaciones de uso de suelo y tramite de impacto ambiental	
"D" Sistema contraincendio	
"E" Plano de Aspersión Contraincendio	
"F" Plano de Bombas Contraincendio	
"G" Hoja de seguridad	
"H" Nodos HazOp	
"I" Análisis HazOp	
"J" Resultados de las simulaciones	

PRESENTACIÓN

La demanda nacional de Gas Licuado de Petróleo en el año del 2017, ascendió a 287.2 miles de barriles diarios, cantidad que representó un incremento de 0.2% respecto del año inmediato anterior. De ese total, aproximadamente el 60% corresponde al sector residencial. Se prevé asimismo que en el año 2029 la demanda de Gas Licuado de Petróleo, a nivel nacional ascenderá a 323.6 miles de barriles diarios; es decir, una tasa media de crecimiento anual de 0.8%, destacando que la demanda en el periodo 2016-2018 sea la de mayor incremento.

Que de acuerdo a la Prospectiva de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo, 2015-2029 la Secretaría de Energía, ha emitido permisos de Distribución a Estaciones de Gas Licuado de Petróleo para Carburación, y permisos para Plantas de Distribución.

Que el almacenamiento y distribución de Gas LP, sin que existan de por medio las condiciones de Seguridad Industrial y Operativa adecuadas en las áreas de Almacenamiento de Gas LP y sin que las actividades se lleve a cabo por personal capacitado, puede provocar un incidente o accidente con consecuencias fatales no sólo para quienes realicen este tipo de actividades; sino para las personas, infraestructura y construcciones que se encuentren dentro del radio de afectación en virtud de que las propiedades de inflamabilidad y explosividad, por lo que el Gas Licuado de Petróleo requiere de un manejo adecuado y responsable acorde a los escenarios de riesgo que puedan ocurrir, particularmente fugas, incendios y explosiones.

Este documento presenta un Estudio de Riesgo Nivel 2 para la Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo; Propiedad de OSONYER STORAGE S.A. DE C.V. y ubicada en la Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024. Parque Industrial Tepeji, Municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo

El Estudio de Riesgo identificará los posibles escenarios de riesgo presentes en la instalación y que puedan causar un incidente o accidente, ha estos escenarios se les determinarán los radios de afectación por inflamabilidad y explosividad y dependiendo del radio de afectación se determinará si existen consecuencias al personal, la población, las instalaciones y el medioambiente.

I. DATOS GENERAL DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

I.1.1. Nombre del proyecto

Terminal de almacenamiento y distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo.

I.1.2. Datos del sector y tipo de proyecto

Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018:

SCIAN 2018 434230: Comercio al por mayor de combustibles de uso industrial

Unidades económicas dedicadas principalmente al comercio al por mayor especializado de combustibles de uso industrial, como gas Licuado de Petróleo (L.P.), gasolina, combustóleo, diésel, gasavión, biocombustibles, entre otros..

I.1.3. Sector

Hidrocarburos.

I.1.4. Subsector

Comercialización.

I.1.5. Tipo de proyecto

Almacenamiento y distribución de LPG.

El diseño del proyecto de la Terminal de Almacenamiento y Distribución de LPG, se considera propiamente como una nueva terminal de almacenamiento y distribución de LPG, que incluye un sistema de almacenamiento por medio de esferas y de áreas de llenaderas y descargaderas.

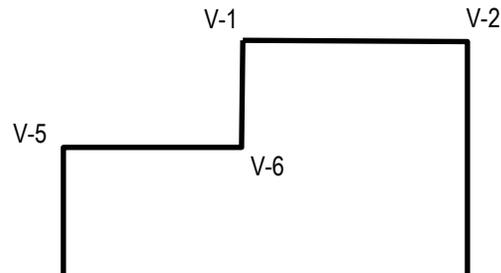
I.1.6. Estudio de Riesgo Nivel

Esta actividad se considera como riesgosa por lo que se presenta el Análisis de Riesgo "Nivel 2".

I.1.7. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubicará en el predio ubicado en la Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024. Parque Industrial Tepeji, en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo.

Tabla I.1- Coordenadas de la Terminal de Almacenamiento Tepeji



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

I.1.8. Dimensiones del proyecto

La superficie total del predio del proyecto es de aproximadamente 4 hectáreas.

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



Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo.

OSONYER STORAGE S.A. DE C.V.

Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024. Parque Industrial Tepeji,

Municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo

I.2. Datos del promovente

I.2.1. Nombre de la Empresa u Organismo Solicitante

OSONYER STORAGE, S.A. de C.V.

I.2.2. Registro Federal de Causantes

OST160715331

I.2.3. Nombre Completo del Representante Legal de OSONYER STORAGE

NESTOR ARMANDO ORTEGA CRUZ.

I.2.4. Cargo del Representante Legal

Administrador Único

I.2.5. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones

DOMICILIO, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO ART. 116 PRIMER
PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.3 Datos generales del responsable del estudio de Riesgo

I.3.1. Nombre Completo y firma del responsable de la elaboración del estudio

1. Nombre del responsable técnico del estudio: JOSÉ REFUGIO ORTEGA CUELLAR
2. Certificación en Materia de Riesgo American Petroleum Institute Número: 61799
3. RFC de responsable del estudio: **RFC Y CURP DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO ART. 116 PRIMER**
4. CURP del Responsable de informe: **PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**
5. Profesión de Responsable de Estudio Ingeniero Químico
6. Cédula profesional de responsable del estudio. 2358045

En el Apéndice "A" se anexa copia de la certificación en riesgo API-580 Risk Based Inspection (61799).

I.3.2. Dirección del responsable técnico del estudio

**DOMICILIO DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO ART. 116 PRIMER PARRAFO
DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Nombre del proyecto

Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji de Río. Hidalgo.

II.1.1. Descripción de la actividad a realizar, su(s) procesos, e infraestructura necesaria indicando ubicación, alcance, e instalaciones que lo conforman.

Descripción de la actividad

El proyecto es una obra completamente nueva, se estima que la duración del proyecto en la etapa de construcción será aproximadamente de 18 meses, y abarca desde la compactación del terreno hasta las pruebas de hermeticidad y arranque de la Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.

El diseño de esta terminal de almacenamiento y distribución de LPG, se considera propiamente como una nueva terminal de almacenamiento y distribución de LPG, que incluye un sistema de almacenamiento por medio de esferas y de áreas de llenaderas y descargaderas.

El proyecto consiste en desarrollar la ingeniería básica y de detalle de para la construcción de una terminal de almacenamiento y reparto de LPG. La terminal será alimentada por medio ducto de PEMEX de 20" D.N., así como por medio de 4 descargaderas de carro tanques dobles (Fulles).

La terminal contará con ocho (8) esferas de almacenamiento de 20,000 Bls de capacidad, así como con sistema de bombeo para el trasiego de producto.

Se contarán con 4 llenaderas de carro tanques dobles (Fulles).

La nueva terminal de almacenamiento y reparto de LPG, tendrá dos etapas de construcción, las cuales serán las siguientes:

ETAPA	ALMACENAMIENTO	DESCARGADERAS	LLENADERAS
1	Construcción de 2 Esferas de almacenamiento de 20,000 Bls cada una. (Total de almacenamiento de 40,000.0 Bls)	2 Descargaderas	2 llenaderas
2	Construcción de 6 Esferas adicionales, de 20,000 Bls cada una. (Total de almacenamiento de 160,000.0 Bls)	Construcción de 2 Descargaderas adicionales (4 en Total)	Construcción de 2 llenaderas adicionales. (4 en Total)

La vida útil de la terminal se estima en 50 años de operación al 100% el presente estudio abarca desde la etapa de preparación del terreno hasta la construcción de la totalidad de la terminal.

Procesos

Las áreas de la Terminal que son parte del alcance de este estudio son las siguientes:

- Área de Patín de medición y regulación de flujo del LPGducto hacia la Terminal.
- Área de descargaderas de fulles hacia Esferas de Almacenamiento.
- Área de Tanques Esféricos de Almacenamiento.
- Área de Casa de Bombas para envío de gas licuado a llenaderas.
- Área de Casa de Bombas para envío de gas licuado de área de descargaderas de fulles a esferas de almacenamiento.
- Área de llenaderas a fulles.
- Cuarto de Control.
- Edificios Administrativos

Las cargas de LPG a la terminal serán de 365 días del año, por lo que el factor de servicio de esta terminal será de 1 y con flexibilidades diversas para tener mantenimiento de sus áreas sin interrumpir el suministro o despacho de GAS L. P. a los consumidores respectivos.

DESCRIPCION DEL PROCESO

Un esquema resumido del proceso de recepción de Gas L. P., almacenamiento y reparto o llenado de autotanques (fulles de doble autotanque) se presenta en la siguiente figura.

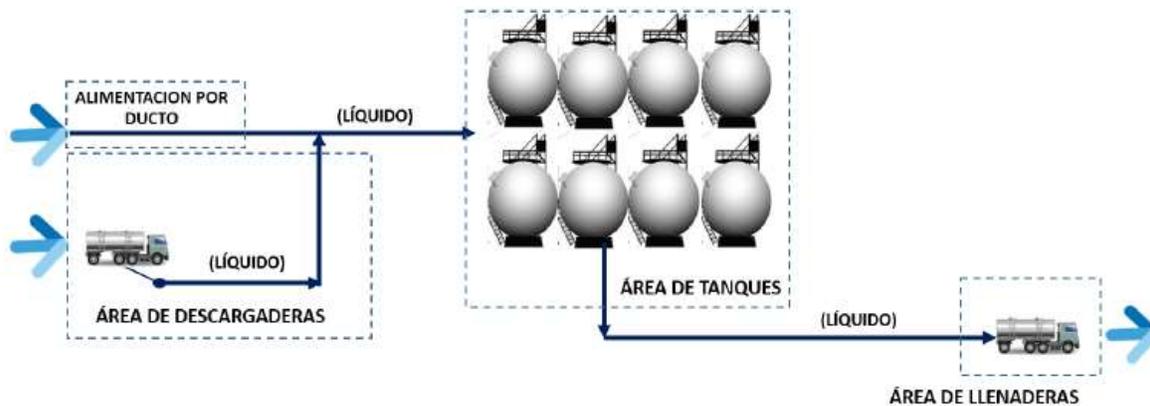


Figura I.2. Diagrama general de bloques la Terminal.

En base a la figura anterior se define la información básica del proceso que se encuentra descrita por los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) de esta Terminal y corresponde a los siguientes documentos:

- PM-201711-BE-003 Área de Descargaderas

- PM-201711-BE-004 Área de Descargaderas Futuras
- PM-201711-BE-005 Área de Recibo de Ducto
- PM-201711-BE-006 Área de Almacenamiento
- PM-201711-BE-007 Área de Almacenamiento (Futuro)
- PM-201711-BE-008 Área de Llenaderas
- PM-201711-BE-003 Diagrama de Flujo de Proceso

En el Apéndice “B”, se anexan los planos antes mencionados.

El proceso de esta Terminal se describe en las siguientes secciones:

- Interconexión con el gasoducto.
- Paquete de medición y regulación.
- Esferas de almacenamiento.
- Bombas de carga de auto-tanques.

Interconexión con el gasoducto:

Para la siguiente descripción de proceso ver diagramas PM-201711-BE-002 y PM-201711-BE-005.

La interconexión con el gasoducto existente, propiedad de PGPB de donde es suministrado el gas a la planta, se compone de aproximadamente tubería de 20” de diámetro diseñada con una Presión de Operación Máxima Permissible (MAOP) de 75.93 kg/cm²man (1.080 psig). Se cuenta con una válvula de presión tipo PSV-109-112, PSV-122-127, PSV-136-141 en las proximidades de las esferas, la cual protegerá por sobrepresión al ducto en caso de que éste alcance una presión de 35 kg/cm²man. Se encuentra el indicador local y transmisor

de presión PI-118 y PT-118 con visualización en el cuarto de control con el que se podrá monitorear la presión

en la tubería de entrada a la planta de almacenamiento, así como una válvula SDV-101 que actuará en caso de emergencia bloqueando el suministro de Gas LPG a la planta de almacenamiento. En esta zona se encuentra las interconexiones necesarias para una ampliación futura.

Paquete de medición y regulación:

Para la siguiente descripción de proceso ver diagramas PM-201711-BE-002 y PM-201711-BE-005.

El Gas LPG recibido en la planta de almacenamiento pasa por el Patín de Medición y Regulación, que consta de dos trenes, uno en operación normal y el otro para relevo del primero. Cada tren de medición de flujo másico de tipo coriolis de transferencia de custodia y está diseñado con una capacidad para medir el 100% del flujo del gasoducto.

Cada tren del patín de medición y control tiene los siguientes equipos:

- Una válvula de corte motorizada con botonera local además de indicación de posición local y en el

cuarto de control.

- Filtro tipo canasta con indicador local y transmisor de presión diferencial.
- Dos válvulas reguladoras de presión.
- Un medidor de flujo tipo Coriolis.
- Una válvula reguladora de flujo.
- Dos transmisores indicadores de presión.
- Un transmisor indicador de temperatura.
- Un indicador local de presión y un indicador local de temperatura.
- Dos interruptores por alta presión.

De cada tren de medición y control, la primera válvula de control de la presión (localizada corriente abajo del medidor de flujo másico tipo Coriolis) mantendrá la contra-presión del gasoducto dentro del Rango de Presión de Operación Normal de 21-32 kg/cm²man (299 - 455 psig) y proporcionará una reducción de la presión a 14 kg/cm²man (199 psig); la segunda válvula de control también se instalará corriente arriba del medidor de flujo másico tipo Coriolis y reducirá la presión de 14 kg/cm²man (199 psig) a 12 kg/cm²man (171psig).

La cantidad de Gas LPG distribuido en las bahías de carga así como el almacenado en las esferas, será regulado por la válvula de control de flujo ubicada corriente abajo del medidor de flujo másico tipo Coriolis, controlando la recepción de flujo, y recibiendo señales de control de Presión del Sistema de Control Distribuido

(DCS) y el medidor de flujo másico.

Las otras funciones del área de medición de entrada son:

- a) Mantener una contrapresión en el gasoducto para impedir un cambio de fase (flash) del producto en el gasoducto considerando que la máxima presión de operación permisible del gasoducto será de 75.93 kg/cm²man.
- b) Regular la presión dentro de la Planta.

Del patín de medición y regulación, el Gas LPG de entrada se envía a uno o dos destinos posibles:

- A almacenamiento de una a ocho esferas.
- A las bahías de carga y distribución en autotanques.

Justo a la entrada del Patín de Medición y Regulación se encuentra un cromatógrafo en línea con señal al DCS y monitoreo en el cuarto de control proporcionando un análisis completo de la composición del Gas LPG.

Esferas de almacenamiento:

Para la siguiente descripción de proceso ver diagramas PM-201711-BE-002 y PM-201711-BE-006/007.

La planta tendrá cuatro (04) esferas de almacenamiento unidas por un cabezal común de alimentación (02 a futuro). Éstas se llenan con el Gas LPG que recibe la planta de almacenamiento y que no se distribuye en la bahías de carga de autotanques, que permite el flujo al cabezal común de alimentación a las esferas y mantiene la presión de operación hacia las bahías de carga en 9 kg/cm² man.

Cuando el gas recibido mediante el ducto no es suficiente para los requerimientos de carga de los autotanques, los volúmenes adicionales se extraen de las esferas de almacenamiento. La carga y descarga de las esferas de almacenamiento es monitoreada y controlada por el Operador en el Cuarto de Control de la Planta y éste podrá alinear alguna esfera al cabezal de succión de las bombas de carga de Gas LPG.

Las ocho (8) esferas de almacenamiento estarán interconectadas por dos cabezales de recuperación de vapores de 4" de diámetro, cada esfera podrá ser aislada del cabezal por medio de la válvula de seguridad SDV de cada esfera, en caso de que haya alguna emergencia.

Cada esfera de almacenamiento cuenta con los siguientes equipos:

- PLC local dedicado a la medición de nivel.
- Switch para alarma por muy alto y muy bajo nivel.
- Un indicador transmisor de temperatura y nivel
- Un indicador transmisor de presión.
- Un transmisor indicador de presión diferencial.
- Un indicador de presión local.
- Válvulas de relevo por sobrepresión.
- Una válvula de aislamiento interna tipo Vicker equipada por medio de una unidad hidráulica.
- Válvula de corte motorizada para suministro de Gas LPG a la esfera, con indicadores de posición locales y en el cuarto de control, así como botonera local.
- Una válvula de corte motorizada para alineación de la esfera al cabezal de succión de las bombas de carga a autotanques.
- Una válvula de corte de emergencia con un tanque pulmón para tres ciclos de operación en la carga/descarga de la esfera.

Cada una de las ocho esferas de almacenamiento de Gas LPG tendrá las siguientes condiciones de operación:

- Capacidad Nominal de Almacenamiento 20,000 bls.
- Capacidad operacional de 20,000 bls.
- Rango Operacional del 10% al 80% de almacenamiento útil para inventario de 20,000 bls.

El inventario operacional disponible de cada esfera es de 20,000 bbls y con todas las esferas llenas es de 160,000 bbls. Para controlar el volumen cada esfera tendrá alarmas a los siguientes puntos de ajuste:

- Alto-Alto 85%
- Alto 80%
- Bajo 10 %
- Bajo-Bajo 5%

El personal de operación de la planta es responsable de comunicar inmediatamente al operador del gasoducto corriente arriba y/o al personal de operación de la estación de bombeo su decisión de detener el flujo del gasoducto, de manera que se puedan tomar las acciones apropiadas para minimizar cualquier riesgo posible si se presenta alguna contingencia no programada.

Bombas de carga de autotankers:

Para la siguiente descripción de proceso ver diagramas PM-201711-BE-002 y PM-201711-BE-008/009.

Las bombas de carga de autotankers BA-05/08 son de tipo vertical enlatadas y están diseñadas para operar cuando el flujo de Gas LPG recibido sea insuficiente para llenar todos los autotankers que estén autorizados para cargar. Una bomba arrancará automáticamente (para lo cual el operador deberá estar sumamente atento que el DCS haya seleccionado la esfera de almacenamiento con el nivel de operación más alto; no debe ser seleccionada aquella esfera que esté alineada para amortiguar las sobrepresiones en las bahías de carga o la sobrepresión en ducto de recibo es decir, que la esfera se encuentre en el modo de recepción-carga) cuando la presión en el cabezal de carga de autotankers se encuentre por debajo de 9 kg/cm²man, con esto la presión volverá a incrementarse.

Si la presión en el cabezal de carga de autotankers continúa disminuyendo, se arrancará una segunda bomba automáticamente -también capaz de cargar dos autotankers-. Y de manera similar la tercera bomba arrancará si disminuye la presión. Se instalará una cuarta bomba idéntica, la cual estará de relevo para las otras tres bombas cuando una esté fuera de servicio. Al terminar de cargar los autotankers, las bombas se apagarán en la secuencia opuesta a como arrancaron.

Cada bomba tendrá indicadores de posición local y una botonera local. Cada bomba descargará 32,240 kg/h

y tendrá la capacidad de cargar simultáneamente dos autotanques o dos tanques como una unidad de doble remolque (fulles). La descarga de las bombas estará equipada con una válvula conectada a una línea de recirculación, para dirigir el volumen remanente proporcionado por la bomba y no requerido para la carga de autotanques a la esfera de almacenamiento que esté alineada para absorber la sobrepresión en llenaderas y en el ducto de recibo.

Cada bomba de carga de los autotanques cuenta con la siguiente instrumentación:

- Indicadores de presión local en la tubería de succión y descarga.
- Un indicador transmisor de presión tanto en la tubería de succión como en la tubería de descarga.
- Switch por muy alta/baja presión.
- Válvula de recirculación de flujo mínimo.
- Plan de sellos.

El Operador de la planta selecciona a criterio la esfera para la carga de los autotanques y realiza la maniobra

con las válvulas MOV dl Cuarto de Control, teniendo cuidado de no alinear a llenaderas la esfera que en ese momento se esté llenando por el gasoducto, por lo tanto una esfera deberá estar alineada para absorber sobrepresión y la que contenga mayor nivel de operación deberá estar alineada al cabezal de succión de las esferas debido al encendido automático de las bombas de carga.

II.1.2. ¿La planta se encuentra en operación?

Se encuentra en proceso de construcción.

II.1.3. Planes de crecimiento a futuro señalizando la fecha estimada de realización.

Se pretende incrementar la capacidad a futuro, pero no se tiene una fecha ya que estará sujeta a la demanda.

II.1.4 Vida útil del proyecto

Se estima que la vida útil de las instalaciones de la planta de almacenamiento y suministro de Gas L.P será de más de 50 años.

II.1.5. Criterios de ubicación

Para la selección del sitio se utilizaron tres aspectos fundamentales, el primero el mercado a captar es en una zona en crecimiento, el segundo aspecto de que el terreno se encontrara fuera del límite del Crecimiento del Plan de Centro de Población Estratégico de Tepeji del Río de Ocampo en vigor y por último se realizó en base a la Factibilidad del Uso de Suelo autorizado para el citado proyecto.

Para la selección del sitio se analizó también en base a una evaluación del área, de acuerdo a sus rasgos físicos tales como, climas, geología y geomorfología del sitio, tipo de suelo, hidrología, servicios adecuados, aspectos ambientales, así como por la necesidad de crear una terminal que distribuya Gas L.P para el servicio y satisfacer las necesidades energéticas de la población en la Región del proyecto en el estado de Hidalgo y municipios circundantes, siendo éstos los siguientes:

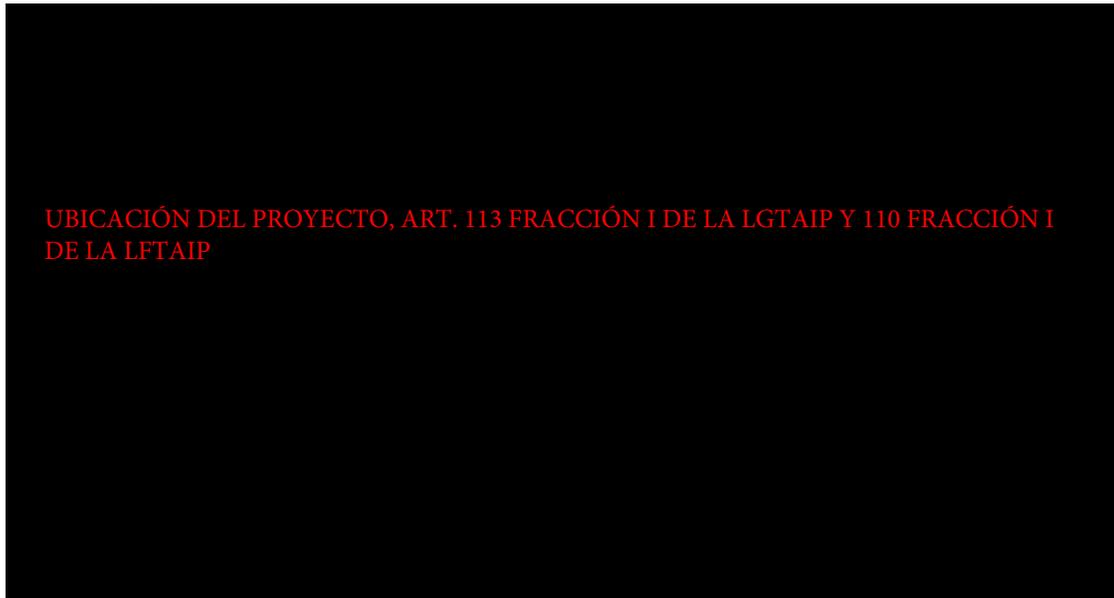
- El terreno no es susceptible a deslaves ni inundaciones. Al terreno donde se instalará la Terminal no lo cruzan líneas de alta tensión, ni ductos subterráneos.
- El terreno es adquirido por OSONYER STORAGE, S.A. de C.V.; y se localiza dentro del Parque Industrial Tepeji, en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo, el cual cuenta con un patín de distribución de gas L.P.
- El terreno se encuentra localizado fuera de zonas residenciales o lugares densamente poblados, en un Parque Industrial.
- Las actividades colindantes al terreno no se contraponen con la que se pretende realizar.
- La nivelación superficial del terreno permitirá el tránsito seguro de los vehículos de transporte de gas.
- El terreno tiene un acceso consolidado el cual permitirá el seguro tránsito de los vehículos de transporte de gas.
- En el terreno existe disponibilidad de energía eléctrica.
- El objetivo primordial es el de crear una terminal de almacenamiento y suministro de Gas L.P., y preste un servicio a la comunidad de la Región de OSONYER STORAGE, S.A. de C.V, municipio de Tepeji, en el estado de Hidalgo, así como municipios circunvecinos.
- Dado el problema de contaminación atmosférica que se vive actualmente en nuestro país, provocada en gran medida por el extenso número de vehículos automotores que circulan en el mismo, el Gobierno Federal aunado a las autoridades de los Estados de la República, han tomado la decisión de sustituir el empleo de las gasolinas en vehículos de transporte colectivo y mercantil de uso intensivo, por unidades de Gas L.P. ya que éste es un combustible menos contaminante, es por esto que es indispensable contar con la infraestructura necesaria tanto para almacenamiento como suministro de gas cumpliendo con las adecuadas medidas de seguridad fijadas por la reglamentación y Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así pues, OSONYER STORAGE, S.A. de C.V., trata de contribuir para mejorar del servicio de suministro de Gas L.P. instalando una Terminal, en el Estado de Hidalgo, con lo que intenta apoyar efectivamente los programas de control de la contaminación atmosférica de nuestro país.
- La Falta de infraestructuras adecuadas, las cuales permitan una segura disponibilidad y almacenamiento tanto de gas como de otros combustibles, ha propiciado en todo nuestro país que se sigan empleando carbón o leña como fuentes que proporcionan energía para cubrir sus más elementales necesidades energéticas; lo cual nos lleva a un alto índice de contaminación.
- El proyecto de instalación de una terminal de almacenamiento y suministro de Gas L.P., contribuirá al servicio de distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río de Ocampo, municipio de Tepeji, del Río, en el estado de Hidalgo, con ello se aumentará la capacidad total de almacenamiento, disponibilidad y seguridad mejorando el servicio para el público consumidor.

II.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

II.2.1. Planos de localización

II.2.2. Colindancias del proyecto

La ubicación del predio está en la Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024 Parque Industrial Tepeji, en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo. Este terreno se encuentra totalmente plano sin árboles o construcciones, el terreno se encuentra dentro de un Parque Industrial y en años anteriores se empleó para la siembra, por lo que en ninguna de sus colindantes se tienen casas negocios, sólo industrias como lo muestra la siguiente imagen:



	Terminal de Almacenamiento
	Autozone
	Tragamex
	PEMEX
	Comercializadora La Presa
	Estaciones de gas

II.2.3. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o áreas)

El acceso principal se localiza por la Calle NORTE TRES No. 31-A Lote 187 Manz. 024 Parque Industrial Tepeji, en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo. Hidalgo, y se encuentra cercana a la autopista México Querétaro.

II.2.4. Actividades conexas.

Las actividades que se desarrollan en los alrededores se mencionan en las colindancias de la ubicación del proyecto, son de tipo industrial ya que es un parque industrial.

Es importante señalar que el predio no se encuentra bajo ningún área natural protegida. Así como también, no se encuentra ningún cuerpo de agua que pudiera ser afectado en la construcción de la Planta de Almacenamiento.

II.2.5. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

El proyecto es una obra nueva que tendrá la siguiente infraestructura:

- Cuarto de control, dicho cuarto estará cubierto de losa de concreto, muros de block y control de clima;
- Cuarto de control eléctrico,
- Oficinas y sanitarios serán cubiertos de losa de concreto y muros de block;
- Cobertizos para compresores de proceso de aire.
- Área de proceso (Interconexión con el gasoducto, Paquete de medición y regulación, Esferas de almacenamiento, Bombas de carga de auto-tanques)
- El Centro de Trabajo contará con drenajes pluvial y sanitario.
- Subestaciones eléctricas

II.2.6. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, permiso de construcción, autorización en materia de impacto ambiental, etc.) Anexar comprobantes.

Se cuenta con Constancia de uso de suelo, de fecha 6 de abril de 2017.

Se tiene el estudio de Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA-P/ERA) del proyecto TERMINAL DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P. EN TEPEJI DEL RÍO, HIDALGO con fecha de ingreso 14 de junio del 2017.

En el Apéndice "C" se anexan las autorizaciones correspondientes

III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

III.1 DESCRIPCIÓN DE (LOS) SITIO(S) O ÁREA(S) SELECCIONADA.

III.1.1 Flora

El municipio de Tepeji del Río de Ocampo, se caracteriza por tener diversos tipos de vegetación que corresponden a diferentes ecosistemas de clima templado seco, como lo es el bosque de encino y el matorral xerófito, sin embargo además de estos grandes biomas, también se encuentran extensiones importantes de pastizales introducidos destinados a prácticas agropecuarias tanto extensivas como intensivas y una no tan representativa vegetación de galería, la cual en algunos ríos y escurrimientos de Tepeji, se ha visto afectada por descargas de agua municipal e industrial.

A continuación, se muestra la superficie por tipo de vegetación estimada por fuentes oficiales, en donde, sin embargo, no se toma en cuenta, que este tipo de vegetación pudiera encontrarse como categorías de vegetación cerrada, abierta, fracturada o como área perturbada, sino que se registra el dato por apreciaciones aproximadas de su cobertura. Cabe aclarar que muchos datos de superficie, a la fecha resultan caducos:

Tipo de Vegetación	Superficie (ha)
Bosque de Encino	3466 (9.5 %)
Matorral Xerófito	4050 (12.5 %)
Pastizal Inducido	5435 (14.9 %)
Vegetación de Galería	1640 (4.5 %)
Vegetación Secundaria	3634 (9.98 %)
Total	18 225 (50.06 %)

Como se observa en el cuadro anterior, se infiere que prácticamente la mitad del territorio de Tepeji del Río, no tiene vegetación con representatividad ecológica y dicho espacio es ocupado por zonas agrícolas, manchas urbano industriales o son en última instancia, áreas perturbadas. Cabe señalar sin embargo que, aunque se manifieste este porcentaje, los datos corresponden a una fecha anterior INEGI (1999), siendo que a la fecha (2003) la perturbación de la vegetación provoca que la superficie ocupada por la misma llegue inclusive a ser menor, dejando una superficie real sin vegetación primaria de cerca del 65 % y con diferentes niveles erosión.

La estructura ecológica de los ecosistemas naturales del municipio de Tepeji del Río, ha sido alterada de diversas formas por las actividades antrópicas desde épocas prehispánicas y coloniales hasta nuestros días, según lo hacen constar diversos estudios sobre la flora y fauna del lugar.

La forma de utilización de la vegetación y flora del municipio, se ha dado sin ningún control ni manejo adecuado, siendo explotada de manera irracional para usos domésticos, comerciales e industriales, además de que hay otros factores como la ampliación de la frontera agrícola, la ampliación de la mancha urbana y

en últimas fechas, la intensiva industrialización del municipio que afectan aún más a las comunidades vegetales.

Entre los factores que han incidido de manera negativa en la alteración de la vegetación primaria original, se puede señalar en primer lugar, que no existe una política de conservación ecológica aplicable para las áreas boscosas y forestales del municipio, tampoco hay programas de reforestación masiva y conservación de suelos con vocación forestal.

El crecimiento de la frontera agrícola sin control, ha diezmado de manera notoria las áreas con cierto potencial forestal sobre todo al occidente del municipio, etc. Todas estas circunstancias de índole socioeconómica y otros factores más de tipo externo, impiden tener un registro secuencial de cómo el deterioro de la flora y vegetación del municipio se ha dado a lo largo del tiempo, pudiéndose solo inferir que la tendencia actual es una acelerada disminución de cobertura vegetal del municipio.

a) Vegetación terrestre

En el listado de especies de especies florísticas y vegetales, parece presentarse una mezcla de especies autóctonas e introducidas, lo cual sin embargo no afecta la existencia o ausencia de lo que existe en la realidad y representa un ejemplo claro de cómo la ocupación social del espacio, sin una planificación adecuada, afecta de manera notoria el entorno natural del municipio.

Para hacer dicho listado, se tomaron en cuenta algunas consideraciones de tipo contextual en donde predominó un criterio descriptivo, sin ninguna definición del tipo de asociaciones o comunidades vegetales, registrándose e integrándose solo aquellos nombres de especies que se pudieran registrar en campo o de aquellos que están disponibles en la bibliografía.

La desaparición de poblaciones de diferentes especies dada por este deterioro ecológico, ha promovido la invasión de especies secundarias en áreas con vegetación primaria, por lo que el listado puede no estar completo ni corresponder a listados hechos con anterioridad.

En las condiciones ecológicas actuales del municipio, la distribución de las especies depende de factores muy azarosos y fortuitos, por lo que en muchos sitios se encuentran especies vegetales mezcladas sin una relación lógica de tipo ecosistémico, su distribución no es por conglomerados o rodales definidos, sino de manera circunstancial por manchones aislados con especímenes de otras zonas totalmente diferentes. Solo en sitios muy específicos cerca de El Banco y Miraflores al Noroeste del municipio y en el cerro del Epazote al Oriente, hay una distribución congruente de tipo ecosistémico.

Flora

Especies Florísticas

La flora del municipio está representada fundamentalmente por plantas características de los ecosistemas señalados y que se definen de la siguiente manera:

Estrato Arbóreo

Esta fundamentalmente representado por ejemplares de encino *Quercus rugosa*, *Quercus lindleyi* y otras especies cercanas, además de Palo Dulce, Madroño, Tepozán, Pirul, Fresno, etc., de escasa abundancia sin un uso maderable intensivo. De acuerdo a algunos registros, anteriormente se podría encontrar *Pinus patula* en las partes occidentales más altas y colindantes con el municipio de Jilotepec, Estado de México, sin embargo, ésta ha sido eliminada.

Estrato Arbustivo

Representado por matorral xerófito y vegetación secundaria que son los tipos de vegetación más abundantes en el municipio y en donde sobresalen los huizachales, mezquites, nopaleras, chayales, yucas, garambullos, etc., que con excepción de algunas especies comestibles o de uso médico, las demás, poco se utilizan de manera eficiente o no se aprovechan para un fin específico, a no ser como setos vivos en algunas divisiones de parcelas agrícolas.

Estrato Herbáceo

Éste es muy abundante, sobre todo en las áreas donde la vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria, y la cual se caracteriza por ser una vegetación con especies exógenas, que se han adaptado a las condiciones locales y han invadido espacios alterados de terreno, promoviendo la sustitución de vegetación local e inclusive endémica. Dentro del estrato herbáceo se encuentran pastos naturales y cactáceas como las biznagas y otras crassuláceas abundantes.

Además, en el listado se indican las especies introducidas más comunes y aquellas que normalmente se usan como plantas de cultivo. En el cuadro adjunto se señalan de manera general, algunas de las especies vegetales más comunes y frecuentes en el municipio:

Nombre Común	Nombre Científico	SMB	SM	SI	SIN	BV	ST
ESTRATO ARBOREO		X			X		X
Ahuehuete (AUTOCTONA)	<i>Taxodium mucronatum</i>	X			X	X	X
Ayle(AUTOCOTONA)	<i>Ayle sp</i>		X	X			X
Encino (AUTOCTONA)	<i>Quercus rugosa</i>			X	X		X
Fresno(INTRODUCIDA)	<i>Fraxinus sp</i>	X	X		X	X	X
Huizache(AUTOCTONA)	<i>Acacia schaffneri</i>	X		X	X	X	
Mezquite(AUTOCTONA)	<i>Prosopis laevigata</i>	X				X	
Palo Dulce(AUTOCTONA)	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	X			X	X	
Palo Blanco(AUTOCTONA)	<i>Lpomoea arborescens</i>	X			X		
Pirul (AUTOCTONA)	<i>Schinus molle</i>	X	X	X		X	X
Sauce(AUTOCTONA)	<i>Salix sp</i>	X	X	X		X	X
Tepozán(AUTOCTONA)	<i>Buddleia cordata</i>			X		X	
Trueno(AUTOCOTONA)	<i>Ligustrum lucidum</i>	X				X	
Pino (eliminado AUTOCOTONA)	<i>Pinus patula</i>	-	-	-	-	-	-
ESTRATO ARBUSTIVO Y HERBACEO							
Agave	<i>Beschorneria yuccoides</i>		X	X			
Agave	<i>Agave xilonacantha</i>				X	X	
Amole	<i>Agave filifera</i>				X		

Biznaga	Mamillaria rettigiana				X	X	
Biznaga Colorada	Ferocactus pringlei	X				X	
Biznaga	Ferocactus robustus		X				
Biznaga caballona	Ferocactus macrodiscus			X	X		
Biznaga	Mamillaria sphacelata						X
Biznaga	Mamillaria viperina		X			X	
Biznaga	Echinocactus grussonii			X			
Biznaga	Ferocactus filosus						X
Biznaga	Mamillaria uncinata			X			
Biznaga chilito	Mamillaria compressa		X			X	
Biznaga	Mamillaria magnimama		X		X		
Biznaga	Echinocereus cinarescens		X				
Biznaga	Echinocereus cinarescens						X
Biznaga borrego	Mamillaria obconella				X		
Biznaga	Mamillaria geminispina					X	
Biznaga	Echinocactus grandis			X			
Biznaga	Echinocactus platyacanthus		X				
Biznaga	Ferocactus histrix				X	X	
Biznaga	Stenocactus lamellosus			X			X
Biznaga	Coryphantha erecta					X	X
Biznaga	Ferocactus glaucens				X		
Biznaga de chilito	Mamillaria mixta		X				
Cacahuates	Mamillaria elongata		X				
Chichipe, chiton	Polaskia chichipe		X				
Cucharilla, palmita , palmilla	Dasyliion acrotiche				X	X	X
Echeverria	Echeverria coccinea			X			
Garambullo	M. geometrizzans	X				X	
Ixtle de jaumave	Agave funkiana		X	X			
ESTRATO ARBOREO		X			X		X
Lechuguilla,tzutza	Agave lechuguilla					X	
Lengua de vaca	Nopalía auber		X		X		X
Maguey jabali(pichomel)	Agave kerchovei				X		
Maguey cenizo	Agave americana			X		X	
Maguey espadín	Agave striata		X				
Maguey blanco	Agave celsii	X			X		
Nopal alfilerillo	Opuntia leptocaulis		X				
Nopal	Opuntia tormentosa			X			
Nopal	Opuntia stenopetala	X		X			
Nopal cegador	Opuntia microdasys				X		
Nopal	Opuntia tunicata			X			
Nopal cuija	Opuntia cantabrigiensis	X		X			
Organo,chilayo	Pachycereus marginalis					X	
Órgano	Ferocactus pilosus	X				X	
Órgano pitayo, candelabro	Stenocereus dumostieri	X				X	
Palma barreta,izote,palma china	Yucca filifera			X		X	
Sábila	Aloe Vera	X	X		X	X	X
Sacamecate	Calibanus hockerri		X		X		

SIN NOMBRE COMUN	Sedum oxipetala				X		
SIN NOMBRE COMUN	Holomelina semirosea		X				
SIN NOMBRE COMUN	Holomelina arbela			X		X	
SIN NOMBRE COMUN	Lerina incarnata				X		
SIN NOMBRE COMUN	Leucophylum ambigum			X			
SIN NOMBRE COMUN	Euphorbia rossiana			X			X
Sishi agave	Furcarea bedinghausi	X	X				
Sotolin	Nolina parviflora					X	
Soyate, palmilla	Beaucarnea recurvata			X			
Teteche	Neoboxbaumia tetetzo				X		
Vichishoyo, garambullo	Myrtillocactus shenckii				X	X	
Vara de cuete, junquillo	Dsylirion longispinum					X	X
Xoconoxtle	Ojonta joconostle				X		
PLANTAS CULTIVADAS							
Maiz	Zea maíz	X	X	X	X	X	X
PLANTAS FRUTALES							
Capulín	Muntigia calabura	X	X	X		X	X
Ciruelo	Pronus spp	X			X	X	
Ciruelo	Spondias purpurea	X					
Tejocote	Crataegus pubescens	X	X	X		X	X
Colorín	Eritrina americana	X			X	X	
Eucalipto	Eucaliptus camaldulensi	X		X	X	X	
PLANTAS ACUÁTICAS DE RIBERA							
Lirio	Iras spp	X					
Elodea o chaya	Egeria densa		X	X			
Espadaria	Equisetum hyemale					X	
Junco	Polypodium villagranii	X				X	

SMB: San Mateo Buenavista, SMQ: Santa María Quelites, SIPG: San Ignacio Piedra Gordo, SIN: San Ignacio Nopala, MONT: Montecillo, BV: Buenaventura, ST: Santiago TlapanaloyA

Listado de Especies Vegetales Observadas en el sitio del proyecto *

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
ESTRATO ARBOREO			
		Pirul (AUTOCTONA)	Schinus molle
Huizache(AUTOCTONA)	Acacia schaffneri	Sauce(AUTOCTONA)	Salix sp
Mezquite(AUTOCTONA)	Prosopis laevigata	Agave	Beschorneria yuccoides
ESTRATO ARBUSTIVO Y HERBACEO			
Biznaga	Mamillaria uncinata	Nopal tunero	Opuntia tunicata
Garambullo	M. geometrizans	Organo, chilayo	Pachycereus marginalis
Maguey cenizo	Agave americana	Vichishoyo, garambullo	Myrtillocactus shenckii
Nopal alfilerillo	Opuntia leptocaulis	Xoconoxtle	Ojonta joconostle
Nopal	Opuntia tormentosa	Eucalip	Eucaliptus camaldulensi

Es importante señalar que algunas especies tienen una distribución más amplia en diferentes regiones o áreas del estado de Hidalgo y no sólo en el municipio de Tepeji, pero que se han llegado a registrar como especies inducidas por influencia humana y que se han adaptado a las condiciones particulares de este municipio modificando estructuralmente la composición de la flora local, por lo que su distribución así como la superficie ocupada, es relativa, ya que sólo con algunas excepciones, no forman bosquetes o biotopos representativos.

Por las condiciones climáticas y edafológicas limitativas a lo largo del municipio, los principales tipos de vegetación son poco diversificados, por lo que de una localidad a otra puede haber poca diferencia en cuanto a su diversidad.

Todos estos factores señalados han influido y determinado en la existencia actual de las poblaciones de tipo vegetal, por lo que se requiere hacer estudios actualizados de tipo específico, para solventar esta carencia de conocimiento sobre el estado actual de la vegetación del municipio de Tepeji del Río

Sin embargo, y considerando las actividades de tipo industrial que se desarrollan dentro y en él y torno a las instalaciones del parque industrial Tepeji, la vegetación nativa del área ha sido eliminada.

Conforme a lo citado anteriormente y a lo establecido en la NOM-059-ECOL-2001, se determina que en el área de estudio no existen especies o subespecies de flora terrestre en peligros de extinción, amenazados, raros, endémicos o sujetos a protección especial.

III.1.2 Fauna

Al igual que la vegetación y flora del municipio de Tepeji del Río, la fauna local, tiene muy baja representatividad zoológica y ecológica ya que ha sido exterminada o eliminada manera sistemática en todo el territorio municipal, desde la localidad de El Bosque en el Nor occidente de Tepeji hasta la localidad de Tlaltepoxco al Oriente y desde la localidad de Canoas al Norte hasta las localidades de San José Piedra Gorda, La Loma y Montecillo en el Sur.

La fauna ha sido afectada por diferentes razones entre las que se puede señalar la caza furtiva, pero fundamentalmente debido a las graves modificaciones que han tenido los hábitats y ecosistemas donde anteriormente abundaban numerosas especies acuáticas y terrestres.

En la actualidad la presencia real y objetiva de las especies faunísticas del municipio no corresponde a aquellos registros que se han levantado con anterioridad de manera repetitiva en diferentes momentos y períodos o por varios autores.

La fauna silvestre local ha sido diezmada a tal grado, que las especies cimarronas, introducidas o domesticadas han invadido y modificado los espacios que otrora fueran ocupados por las especies autóctonas.

El listado integrado de especies faunísticas se hizo en función de las pocas especies que se vieron en el área.

Listado de Fauna Silvestre Vistos en sitio y área de influencia

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
INSECTOS			
Mariposas	Papilio sp	Hormiga negra	Limetopum apiculatum
ARTRÓPODOS			
		Viuda negra	Latrodectes mactans
AVES			
Zopilote	Canun curagyps	Alondra	Eremaphila alpestris
Gorrión Silvestre	Carpodacus mexicanus	Petirrojo	NO DEFINIDO
Tordo alirrojo	Mothrus bonariensis	Dominico	Dendraica dominica
Paloma	Columba leucocephala	Garza blanca	Casmeradius alba
Tortolas	Zenaida asiatica	Bolsoro castaño	Icterus spurius
Golondrina	Hirund rustica		
MAMÍFEROS			
Murciélago	Myotis yumonon	Liebre	Lepus sp.
Tlacoaches	Didelphys virgiana	Raton de campo	Peromyscus gratus
Conejo	Sylvilagus floridonus	Rata magueyera	Neotoma mexicana

De acuerdo a lo anterior, la biodiversidad en el municipio de Tepeji del Río es uno de los aspectos socio ecológicos que deben atenderse de manera prioritaria dentro del contexto de la problemática ambiental que lo aqueja, ya que los hábitats y biotopos que anteriormente existían, están desapareciendo con gran rapidez, lo cual afecta a las especies autóctonas con lo que se favorece, como ya se indicó, la invasión de hábitats con otras especies, que en algunos casos a su vez, han sido desplazadas de otras partes del estado de Hidalgo, determinando con esto una grave alteración estructural de los propios ecosistemas y no solo de las poblaciones florísticas y faunísticas.

En términos generales, la fauna en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo está compuesta en su mayoría por mamíferos tales como liebre, conejo, ardilla, tuza, coyote, venado y zorro; algunas aves tales como codorniz, tórtola, torcaza, gavilán y zopilote, así como una gran variedad de reptiles tales como víboras, lagartijas y camaleones.

Sin embargo, y considerando las actividades de tipo industrial que se desarrollan dentro y en el entorno al parque industrial Tepeji, la fauna presente que se pudo observar en el área de estudio es de tipo doméstico, así como algunos roedores tales como ratas y conejos los cuales fueron identificados por la presencia de heces, adicionalmente es de indicar que la fauna local se encuentra desplazada.

Conforme a lo citado anteriormente y a lo establecido en la NOM-059-ECOL-2001, se determina que en el área de estudio no existen especies o subespecies de fauna terrestre en peligro de extinción, amenazado, raro, endémico o sujeto a protección especial.

Definición de Zonas Ecológicas Críticas

De manera resumida en la Fase de Caracterización de los Aspectos Bioecológicos se definieron los siguientes aspectos:

Se registraron cinco tipos principales de ecosistemas: Bosque de Encino, Matorral Xerófito, Pastizal Inducido, Vegetación de Galería, y Vegetación Acuática. La Vegetación Secundaria se incluye porque ocupa una importante superficie del municipio, pero no tiene una representación ecológica.

Cada Ecosistema registrado muestra por lo menos cuatro niveles de alteración que van desde:

NIVEL CERO. ÍNTEGRO o CERRADO con nula o poca alteración estructural y funcional.

NIVEL UNO. ABIERTO con incipiente afectación debido a la extracción y colecta de material vegetativo sin aparente modificación de las condiciones estructurales.

NIVEL DOS. FRACTURADO O ALTERADO. Ecosistemas con claros indicios de afectación en sus condiciones estructurales y funcionales.

NIVEL TRES. ÁREA PERTURBADA. Áreas donde las condiciones estructurales y funcionales han perdido su RESILENCIA AMBIENTAL y carecen de posibilidad de regenerarse a corto o mediano plazo.

Con la clasificación supervisada de campo se definieron estos CUATRO NIVELES DE ZONAS ECOLÓGICAS CRÍTICAS a saber:

ZEC 0: ZONA ECOLÓGICA CRÍTICA CERO sin afectación, pero de enorme importancia para su conservación y protección ya que se encuentran en alto riesgo de desaparecer.

Estos son los bosques de encino y el matorral xerófito del Norte y Occidente del municipio cerca de localidades como Cañada de Madero, El Banco, El Epazote, Miraflores, el Cerro del Epazote, Santiago Tlautla, etc

ZEC 1: ZONA ECOLÓGICA CRÍTICA UNO con reducida afectación y que puede ser recuperada con estrategias participativas viables en sitios como Vega de Madero y el Capulín, Corrales, Santiago Tlapanaloya, Buenavista, etc

ZEC 2: ZONA ECOLÓGICA CRÍTICA DOS con marcada afectación de las condiciones de sus componentes estructurales y que requieren una fuerte inversión para su recuperación en sitios como Tinajas, Santa Ma. Quelites, Ignacio Nopala, etc.

ZEC 3: ZONA ECOLÓGICA CRÍTICA TRES donde se ha perdido la resiliencia ambiental y debe impedirse que se afecten otras áreas colindantes. San José Piedra Gorda, La Loma, Montecillos, Tlaltepoxco, etc.

De acuerdo a lo anterior, desde el punto de vista ecosistémico, el municipio presenta una similitud de condiciones ecológicas en gran parte de sus 364 km², ya que en un porcentaje muy elevado, los lomeríos de baja altura y el matorral xerófito son las condiciones topográficas dominantes y sólo exceptuando las parte Noroccidental, con abundante bosque de encino y las áreas circundantes de los ríos donde es frecuente la vegetación de galería, en el municipio se da una diversificación biológica limitada, determinada en gran medida por el clima climático, de tipo templado seco a semidesértico y el clima edáfico propio de zonas semiáridas como la mayor parte de Tepeji del Río sin dejar de tener en cuenta el grave deterioro que se da en los ecosistemas y hábitats.

Áreas Naturales

En el municipio de Tepeji del Río existen áreas que aún conservan condiciones ecológicas que deben ser preservadas por medio de decretos específicos, bajo una categoría particular tendiente a la protección ecológica y la recarga de acuíferos. Sin embargo, en gran medida aquellas áreas consideradas como mejor conservadas, son propiedad privada y con menor frecuencia se ubican en terrenos ejidales o comunales. Con excepción de algunas áreas destinadas a recreación y turismo local, pocos espacios se han destinado a la protección y conservación ecológica.

De acuerdo al trabajo de campo realizado y una evaluación del potencial de los recursos naturales disponibles, existen espacios que son viables de considerar para decretarlas como Áreas Naturales Protegidas en sus diferentes categorías entre los que se pueden señalar los siguientes:

El Cerro La Campana,

En la localidad de El Banco con ecosistemas de bosque de encino. Es una zona boscosa importante para la recarga de acuíferos localizada al Occidente del municipio y hay condiciones propicias para decretarla, además los propios habitantes de la zona de Cañada de Madero están pugnando para que ésta zona sea decretada como una Reserva de la Biósfera dadas sus características ecológicas.

Sus condiciones actuales pueden permitir la introducción y el repoblamiento de fauna local y se pueden recuperar los espacios abiertos o tlacocoles por medio de la reforestación masiva, todo lo cual permitiría detener la tendencia de su destrucción y la deforestación por actividades antrópicas.

Esta zona ocupa una superficie aproximada de 30 km², es colindante con el municipio de Jilotepec en el Estado de México hacia el Occidente y al Noroeste con la localidad de Ojo de Agua. Su importancia radica fundamentalmente en que es la única zona boscosa de encinos que queda en el municipio y es de gran interés para la conservación de la biodiversidad y la recarga de acuíferos.

El Área Forestal

Cerca de las localidades de Miraflores y El Zapote, al Norte de Cañada de Madero y Santiago Tlautla, cubierta principalmente con matorral xerófito y algunos manchones de encinares, es una zona bastante amplia que llega inclusive hasta la comunidad de Canoas.

Su importancia radica en que es un ecosistema conservado de matorral xerófito representado por nopaleras, magueyales, cháyaes, órganos, biznagas, etc. que son cobijo y fuente de alimento para una fauna muy variada típica de clima templado seco. Así mismo su importancia consiste en la retención de suelo y la recarga de acuíferos. Se considera que también ésta zona es viable de decretarla como una Reserva de la Biosfera con una extensión de 15 km².

El Cerro El Epazote y La Organera

Se localiza al oriente de Tepeji del Río rumbo a Melchor Ocampo, aún conserva condiciones ecológicas relativamente sin afectación con matorral xerófito, pero que está sujeta a una fuerte presión por desarrollos urbanos e industriales. Al igual que la zona de Miraflores y El Zapote en ella se encuentran especímenes de biznagas, cháyaes, nopaleras, magueyes que empiezan a mostrar signos de afectación antrópica. Es viable considerarla como una zona de protección ecológica por su importancia para la recarga de acuíferos.

Esta zona por su ubicación estratégica ocuparía una extensión de 5 a 10 km² ya que favorecería la protección ecológica de la cabecera municipal.

La parte occidental de Vega de Madero, El Panal y El Capulín, que si bien son áreas muy afectadas por actividades antrópicas como la agricultura y la ganadería extensiva, pueden ser consideradas como zonas de rescate ecológico por medio de la reforestación masiva y el control de la erosión, que de no controlarse afectarán, a futuro a la cabecera municipal de Tepeji del Río. El Área propuesta a rescatar sería una franja longitudinal Norte Sur de 5 a 10 km².

Áreas de conservación de manantiales en la localidad Presa Escondida al Norte de la Presa Requena.

Son sitios puntuales que generan un flujo continuo de agua y que inclusive sirven de suministro de agua bronca a fraccionamientos turísticos al oriente de Tepeji. Su conservación favorece la presencia de diferentes tipos de fauna tanto terrestre como acuática. De hecho, todos los manantiales circundantes de la cabecera municipal de Tepeji del Río, deben decretarse como sitios de protección ecológica dado los múltiples servicios ambientales que pueden proporcionar.

Existen áreas silvestres con condiciones ecológicas muy conservadas como arroyos, manantiales que cuentan con vegetación de galería en la localidad de San Mateo Buenavista al Sur de Tepeji.

Estos sitios, son el hábitat de garzas, tortugas de río, culebras de río, mapaches, etc. por lo que podrían ser considerados como zonas de protección de flora y fauna, ocupando superficies variables entre 100 y 200

ha, otros sitios que deberán considerarse como zonas de reserva ecológica formalmente constituidas y con programas de manejo, es la Zona de Conservación Hidrológica de Santiago Tlautla,

Importante para la conservación y rescate de cuerpos de agua como el Río Tlautla. Este sitio ya fue incorporado a estrategias de conservación ecológica específica, sin embargo, se deberán aplicar estrategias integrales para su manejo, conservación y aprovechamiento en plazo corto.

A pesar de todo lo anterior, aún no existe una definición clara de Áreas de Reserva Ecológica decretadas para el municipio. Las áreas mejor conservadas, como se ha indicado son de propiedad privada y estas no han sido afectadas totalmente, por lo que es importante que los propietarios asuman su responsabilidad como ciudadanos para el cuidado del medio ambiente y no sólo tener esos espacios como un recurso potencial de venta al mejor postor.

Los propietarios de estos terrenos es probable que le den prioridad a la rentabilidad inmediata por medio de su renta o venta y no precisamente para la conservación del medio ambiente.

Al no existir programas de conservación ecológica en el municipio y no contar con una propuesta oficial para la implementación de parques recreativos o ecológicos; los desarrollos urbanísticos para establecer unidades habitacionales, fraccionamientos, industrias, etc., gradualmente irán haciendo una mayor presión para ocupar estos sitios y la ley sobre la oferta y la demanda se podrá imponer a costa de graves daños ecológicos.

Otras áreas importantes con vegetación de matorral xerófito integro como los cerros al oriente de la cabecera municipal de Tepeji del Río, donde se localiza el Rancho San Vicente empieza a ser afectado gravemente por factores específicos como lo es el establecimiento del actual tiradero municipal a cielo abierto ,el cuál no está considerando los impactos ambientales que se tendrán a futuro por la filtración de lixiviados y por la destrucción de vegetación que se está dando actualmente por la remoción de piedras y suelo para cubrir los residuos.

El sitio del proyecto no se encuentra dentro de un área de reserva importante para la conservación y rescate de los ecosistemas ya que se ubica a una distancia mayor a 2 km en dirección SE del sitio del proyecto.

Regionalización Ecológica.

Regiones para los niveles VI, VII y VIII

Región o Unidad Ecológica	Nombre	Descripción
31	Tepeji	Lomerío con una pendiente 40 %, zona urbana, clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad intermedia, suelos como vertisoles pélico y phaeozem háplico de textura arcillosa y fase lítica profunda, tipo de roca toba.

65	PEMEX	Loma con una pendiente de 30 %, Matorral xerófito clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad intermedia, suelos como vertisoles pélico y phaeozem háplico de textura arcillosa y fase lítica tipo de roca toba.
69	Zona Industrial	Valle con una pendiente de -2 %, zona urbana clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad intermedia, suelos como vertisoles pélico y phaeozem háplico de textura arcillosa material aluvial.

III.1.3 Suelo

El territorio ocupado por el estado de Hidalgo, tiene una vasta complejidad geológica por su posición geográfica, ya que se encuentra en el contacto de tres provincias fisiográficas de las 15 en que se divide el país. Dichas provincias son el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y la Altiplanicie Mexicana.

Los estudios geológicos realizados en el estado, indican que existen 36 formaciones estratigráficas reconocidas oficialmente. El basamento de dichas formaciones, lo constituye un complejo metamórfico de edad precámbrica al que se sobrepone una potente columna de rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, en la región de Huitznopala, al noreste de la zona de estudio y en sus alrededores, donde aflora una importante secuencia volcánica de composición andesítica a basáltica de edad Plio-pleistoceno.

Por encontrarse dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Mexicano, contiene rocas ígneas como andesitas, basaltos, tobas y conos de composición media a básica, localizados hacia el Norte de la Sierra de las Cruces.

En contraste, las rocas sedimentarias que están presentes en la porción Noreste de la zona de estudio, denominada ejido Conejos, localizado en el municipio de Atotonilco de Tula, se caracterizan por presentar una litología de lutitas, margas, areniscas y calizas que son rocas cretácicas que soportan a las rocas ígneas, mismas que afloran en gran parte del área hacia el noreste.

Los materiales ígneos, formaron a través del tiempo acumulaciones muy importantes, que dieron origen a sierras y las cuales favorecieron la formación de cuencas lacustres con potentes rellenos que posteriormente fueron cortadas por redes hidrológicas, tal es el caso del río Tula, donde vierte sus aguas el Río Tepeji. En general, los materiales piroclásticos finos y gruesos, rellenan las depresiones, junto con formaciones sedimentarias hidroclásticas, productos de la denudación de las rocas volcánicas por la actividad hídrica. Otros afloramientos de rocas sedimentarias son las lutitas algo metamorfizadas, areniscas, conglomerados y calizas en bancos del cretácico, localizadas hacia el Noreste rumbo a Apaxco

Geología Histórica

La geología histórica del municipio de Tepeji del Río, está íntimamente ligada a la formación de la provincia geológica del Eje Neovolcánico Mexicano; así que las condiciones, características y procesos evolutivos que dieron origen a esta provincia geológica son semejantes en todo su largo.

Los mares a fines del Paleozoico cubrieron parte del Este de México, en una franja de orientación Norte-Sur, en donde se depositaron sedimentos orogénicos de facies flysh, los cuales fueron levantados y plegados durante la orogenia Guachita (Herciniana).

En los pliegues paleozoicos del anticlinorio de Huayacocotla (Sierra Madre Oriental), el origen de los esfuerzos de compresión parecen provenir del Oriente, produciendo pliegues orientados en su eje Norte-Sur, pero como las orogenias posteriores cambian de dirección, quedan finalmente orientados Noroeste-Sureste.

A principios del Triásico, se registró un levantamiento acompañado de un intenso período de erosión que produjo gran cantidad de sedimentos constituidos por clastos de diversas composiciones que se depositaron y rellenaron cuencas profundas, dando lugar a potentes paquetes de areniscas y conglomerados, representados en el estado de Hidalgo por la Formación Huizachal.

En la parte final del Triásico (Palizada) tuvo lugar la segunda orogenia formando muchas de las fosas que prevalecieron hasta el Jurásico Inferior (Liásico), donde se desarrollaron mares someros que dieron origen a la Formación arcillo arenosa Huayacocotla de la edad Sinemuriano-Pliensbaquiano superior, Toarciano.

Ya en el Jurásico Inferior, tuvo lugar una transgresión, depositándose un paquete de sedimentos de facies marinas en cuencas cerradas o de circulación restringida. Al final de esta época se dio un pequeño movimiento orogénico que provocó movimientos ascendentes y descendentes, los que originaron una sedimentación rítmica de lutitas y areniscas de la Formación Huayacocotla para posteriormente, ser levantada y plegada.

Al principiar el Jurásico Superior en el Calloviano hubo una trasgresión marina que cubrió gran parte de la República Mexicana que continuó durante el Oxfordiano y el Kimmeridgiano, depositándose rocas calcareníticas con abundantes oolitas. (Formaciones Tamán y Pimienta).

En el Cretácico Inferior persistieron los mares y se desarrollaron algunas cuencas marinas con diferentes profundidades, dando origen a depósitos de cuenca de aguas muy someras a veces de tipo lagunar.

Durante el Cretácico tardío, en el Huroniano, la costa debió adentrarse en el mar y la cuenca sufrió una subsidencia que persiste en Maestrichtiano cuando se manifiestan las primeras pulsaciones de la Orogenia Laramide, denotándose el gran aporte de terrígenos hacia las cuencas donde se identifican sedimentos arcillo-arenosos de la Formación Soyatal-Méndez, como se observa en la porción Noroccidental del estado y al noreste de Tepeji del Río.

A principios del Terciario toda la secuencia mesozoica, es levantada y plegada formándose grandes pliegues recumbentes y fallamiento inverso (cabalgaduras) con rumbo Noroeste.

Probablemente durante el Eoceno y principios del Oligoceno, se llevó a cabo un fallamiento normal de distensión, con la consecuente creación de fosas y pilares tectónicos (grabens y horsts) y posteriormente la región quedó sometida a una erosión prolongada, lo que acarrió el depósito de los sedimentos arenosos del grupo Chicontepec y del conglomerado El Morro.

Aunado a esto se inició el proceso de la actividad volcánica de manera importante.

En el Oligoceno-Mioceno, se tiene la presencia de un arco volcánico intracontinental, activo hasta nuestros días, quedando representado por el Eje Neovolcánico Mexicano, donde se puede establecer el origen geológico de Tepeji del Río. La intensa actividad volcánica de esta época, dio origen a las formaciones del Grupo Pachuca, que consta de alternancias de brechas, tobas, aglomerados y derrames lávicos de composición andesítica-dacítica.

La actividad volcánica (intermedia y básica) se intensifica durante el Mioceno sobre todo al Sur-Poniente del estado, dando origen a una gran cantidad de conos volcánicos y derrames basálticos como se observa en la parte oeste del municipio de Tepeji y por consiguiente en el depósito de la Formación Espinas.

Hacia fines del Mioceno y principios del Plioceno las intrusiones de grandes cuerpos plutónicos (monzoníticos y dioríticos) y diques asociados afectaron a las rocas mesozoicas descritas, provocando metamorfismo de contacto acompañado de fracturamiento, debido a la diferencia de temperatura local.

A fines del Plioceno y principios del Pleistoceno (Cuaternario) se originó la emisión de lavas máficas que, por una parte, obstruyó el drenaje existente formando cuencas endorreicas y por otra, pequeños lagos donde se depositaron sedimentos como la Formación Tarango que se localiza dentro del área de estudio.

Durante el reciente ocurre la erosión de estas últimas formaciones y se depositan los sedimentos aluviales y regolíticos cuaternarios.

Geología Estructural

El Eje Neovolcánico Mexicano como unidad tectónica, es todavía tema de controversia. Dentro de los variados modelos, el más aceptado es el que la relaciona en su génesis con el límite Norte de la subducción de la Placa de Cocos debajo de la Placa Norteamericana, dicho proceso de subducción se manifiesta activamente a lo largo de la Trinchera Mesoamericana en la costa del Pacífico del Sur de México.

De esta manera la evolución del área de estudio, ha estado influida directamente por el proceso de subducción, aunque cabe mencionar que la porción Poniente de la provincia debe su desarrollo a fenómenos directamente con la subducción específica en su parte Norte a lo largo de la colindancia con las provincias de la Sierra Madre Occidental y al Altiplano Central.

Este Eje es una estructura que cruza en dirección Este-Oeste a la República Mexicana, comenzando desde las costas del estado de Guerrero y culminando en el volcán de San Andrés Tuxtla en Veracruz, a la altura del paralelo 20° desde la costa del Pacífico hasta la costa del Golfo de México.

Se le ha definido como una provincia de carácter volcánico en la cual las primeras manifestaciones ocurrieron probablemente en el Oligoceno (Mooser, 1972, Urritia y Del Castillo, 1977, Demant, 1978).

Las emisiones y el emplazamiento de materiales magmáticos y volcánicos se efectuó a través de un sistema de fracturamiento vertical de tipo distensivo, cuyas orientaciones principales fueron Noreste-Sureste, Este-Oeste y Noroeste-SurEste, este tipo de fracturas se presentan en todo el municipio de Tepeji. A partir de lo anterior, la actividad volcánica continuó a lo largo de toda la provincia, al parecer en diferentes fases donde los últimos episodios se presentaron durante el Pleistoceno y Cuaternario.

Por otra parte, la actividad vulcano-tectónica que ocurrió en esta franja, estuvo asociada en el transcurso de su evolución geológica a grupos de fosas tectónicas, series de aparatos volcánicos y estructuras volcánicas de gran diversidad y de tamaño.

Muchas de las fosas dieron origen a cuencas de tipo endorreico con su consecuente desarrollo, uno de estos es el caso de la cuenca del Valle de México y de otras cuencas, entre las cuales se pueden citar la del Pánuco que incluye las subcuencas del Río Moctezuma, del Río Tlautla, Río Tula, Río El Salto y el Río Tepeji; en donde se dieron la erosión, transporte y acumulación de sedimentos continuos en asociación con actividades volcánicas intermitentes, así como eventuales cambios climáticos, de ahí, que actualmente existan depósitos lacustres, residuales y flujos.

Fallas

La generación de la zona de fallas y fracturas tiene una tendencia Suroeste-Noreste, relacionada a la formación de cuerpos volcánicos en las inmediaciones de El Panal, iniciándose en el Cerro Iglesia Vieja y culminando en Cerro Grande (fotografía 1), no se hallaron evidencias cinemáticas contundentes de dicha falla, sin embargo, se evidenciaron muestras que reflejan signos de molienda, debido a eventos de desplazamiento causados muy posiblemente por una falla normal. Se corroboró la falla, con base al Nuevo Mapa Geológico de las Cuencas de México, Puebla y Toluca y por medio de la inspección de campo al cerro de Iglesia Vieja.

El origen de las fallas comienza con eventos tectónicos corticales que fracturaron la corteza.

Posteriormente, el desplazamiento entre ambos bloques pudo generar que la fractura que inicialmente se había formado se convierta en falla, debido también a compensaciones isostáticas o bien a un deslizamiento causado por factores gravitacionales.

Se podría despejar ciertas discrepancias con respecto a la ubicación precisa de dichas fallas, si se realizara un estudio sísmico, que definiera no solo su nivel de trayectoria, sino también su grado de evolución y los alcances con respecto a su profundidad.

Fracturas

Las áreas de vulcanismo son también zonas de fracturamiento. Tales fracturas son de tipo tensional, ya que los magmas solamente pueden surgir de las profundidades en áreas de tensión cortical.

En el Eje Neo volcánico Mexicano, con una amplitud de 120 kilómetros representa una faja de "hinchamiento" creada por el ascenso de magmas y consecuentemente por el calentamiento de la corteza en donde el flujo de calor va hacia la superficie, de esto resulta que a unos 15 kilómetros de profundidad, prevalece una temperatura de 1000 a 1500° C, lo cual define el nivel en el que la corteza deja de ser frágil y se vuelve dúctil; hasta este nivel puede estimarse que las fallas superficiales se extienden a profundidad.

Estas zonas de debilidad, son generadas por tectonismo; particularmente el Eje Neovolcánico Mexicano pertenece a un arco volcánico, además la subducción de la placa de Cocos en las inmediaciones de las costas de Guerrero aporta nuevo material al manto; ese material, posteriormente alimentará las cámaras magmáticas, que en eventos posteriores a la formación, producirá extrusiones.

En la zona de estudio se puede observar este tipo de fracturas principalmente en la zona Oeste, entre los cerros La Peña Azul, La Campana, La Rosa, Solo, Ídolo, La Idolatría, Puerto San Luis, Grande, Los Cardenales, El Pedregal y Los Jarros, las cuales presentan una dirección de Nor-Este Sur Oeste y Nor Oeste-Sur Este, característico del Eje Neo volcánico Mexicano.

En la mayor parte de la región se presenta el fracturamiento de rocas y en algunas zonas están mineralizadas, como es el caso de la parte Nor Este de Melchor Ocampo.

Pliegues

Los pliegues se presentan en la parte Norte del área de estudio principalmente en las Formaciones Marinas del Cretácico Inferior, donde se observa entre las coordenadas 471084 LO y 2207074 LN, un afloramiento de una estructura plegada de calizas arrecifales con estratos regulares de 30 a 50 cm.

En este lugar se observan litologías tanto calcáreas como de origen volcánico, lo cual representa tal vez la interface entre los eventos del fin del Cretácico Superior y el comienzo del Terciario.

Estratigrafía

La estratigrafía regional comentada con anterioridad, está soportada por un basamento de rocas metamórficas de edad Precámbrica que, en discordancia, se trata de una potente secuencia de rocas sedimentarias Paleozoicas. Rocas sedimentarias mesozoicas del Triásico-Jurásico y Cretácico sobre yacen en discordancia angular a las rocas anteriores, estando éstas a su vez cubiertas por rocas del depósito del Cenozoico que en su base es marino, para cambiar hacia su cima a rocas volcánicas de composición andesítica y basáltica, estas últimas son las que aparecen en el municipio de Tepeji con un 95% y las sedimentarias en un 5%.

Para determinar la geología local y la estratigrafía del área de estudio se realizó la columna estratigráfica del lugar, donde se observan los diferentes eventos que han ocurrido en el transcurso del tiempo geológico en el área de estudio.

La estratigrafía que presenta el área de estudio y debido a su ubicación dentro de la Provincia del Eje Neo volcánico Mexicano, determina que se localicen discordantemente rocas de origen ígneo de tipo extrusivo, así como algunos afloramientos de rocas sedimentarias cretácicas que afloran en la parte Noreste, en la localidad de Los Conejos fuera de la zona de estudio; la estratigrafía de Tepeji en la columna estratigráfica con las diferentes formaciones y edades aproximadas de estas, es la siguiente:

Rocas Cretácicas (lu-Ar) (Cz).

Están constituidas por areniscas y lutitas, de color café a café oscuro, distribuidas en posición alternada en capas delgadas, su fracturamiento es moderado a intenso, marcado y con aberturas hasta de 3 cm., rellenos por material arcilloso; debido a su incompetencia, esta unidad se encuentra muy deformada con pliegues chevron (diente de cabra) y cajones inferiores.

Estas rocas son correlativas con la discordancia de la Formación Soyatal y Formación El Doctor, en donde se calcula una potencia de 1000 metros. Esta unidad es inferior y subyace discordantemente a las rocas Terciarias de la zona de estudio.

Rocas Terciarias

Estas son predominantemente de composición andesítica constituidas por derrames lávicos (A), de color café en zonas alteradas (superficie) y ocasionalmente hasta un color verdoso. Su textura es afanítica, es decir, no se observan cristales desarrollados, al intemperizarse forma una estructura de lajas de espesor variable, el grado de fracturamiento es intenso hacia la superficie, dichas fracturas tienen longitudes variables, con aberturas marcadas hasta unos 5 cm de amplitud que en general están rellenas por material arcilloso.

Su dirección preferente es de Nor Oeste 50 a 70 SurEste con diversas fracturas secundarias en dirección Nor Este-Sur Oeste. Cubriendo a estas rocas afloran brechas volcánicas (Bv) de moderada piro consolidación que al intemperizarse dan un aspecto de horizontes arenosos de grano grueso a medio, con fragmentos angulosos a sub angulosos de rocas andesíticas, que superficialmente tienen un grado de fracturamiento moderado a intenso, con fracturas en dirección Nor Oeste-Sur-Este y aberturas hasta de 15 cm. de amplitud, no observándose material de relleno.

Sobre yaciendo a las brechas y a los derrames, se encuentra una secuencia de materiales vulcano sedimentarios constituidos por tobas limo arenosas y areno arcillosas de la misma composición andesítica de baja consolidación. A toda esta secuencia se le ha correlacionado con el grupo Pachuca, el que a su vez está compuesto por varias formaciones.

Formación Tarango

Es una formación cartografiada por Mooser (1965) y que se constituye por rocas vulcanosedimentarias, depósitos aluviales y rocas calcáreas acumuladas durante el relleno de amplios valles en la parte centro del país. Esta unidad se formó por el transporte de corrientes de aguas superficiales, mismas que acumularon gravas, arenas, limos y arcillas en lagos someros, abarcando extensiones considerables.

Terciario Paleolacustres Arenosos (Tpla)

Secuencia de Tobas arcillo-limosa, brechas volcánicas y derrames de lava producidos en estructuras dómicas de composición andesítica y dacítica.

En cuanto a los eventos, se denota una prolongada pausa y generándose en ese inter paleocauce de conglomerados (arcg) (Tplcg) de antiguos arroyos que erosionaban a los volcanes circundantes, canalizándose a depósitos lacustres. Mooser (op. cit) relaciona a estos materiales con la actividad volcánica de las Sierras Mayores de edad Pliocénica-Pleistocénica. Estas rocas corresponden a una sucesión de surges (oleadas piroclásticas) y flujos de ceniza, cubiertos o interestratificados con lavas y brechas, localmente por domos andesíticos y dacíticos. En esta formación se intentó agrupar a los productos volcánicos emitidos durante la parte más temprana del Plioceno Tardío por las estructuras volcánicas que conforman la sierra de Monte Alto. A dicha formación se le denominó Otomí, ya que esta formación aflora en el poblado de Santa María Mazantla en el trayecto de la carretera Naucalpan-Jiquipilco.

Rocas Cuaternarias (Qal)

Estas rocas afloran hacia la región de la comunidad de El Divisadero, están compuestas por derrames basálticos duros y masivos con un grado medio a alto de fracturamiento, son de color oscuro y textura afanítica, su estructura principal es de coladas formando planicies amplias.

Dichos derrames están asociados con sus respectivos materiales piroclásticos.

Las rocas del Cuaternario se les consideran también a los depósitos de aluvión constituidos por arenas, arcillas y limos, productos de la erosión y transporte de las rocas volcánicas de las sierras circundantes, los espesores máximos se encuentran al centro de las depresiones y se adelgazan hacia las márgenes de la llanura.

Hacia el Centro y Sur del municipio de Tepeji del Río, se observa una serie de aluviones cuyos sedimentos son de composición terrígena, procedentes de las Sierras de Monte Alto y de las Cruces.

Columna Estratigráfica del Municipio de Tepeji del Río, Estado de Hidalgo.

Geología Local

Para la caracterización de la geología local del área de estudio, se realizaron una serie de muestreos y observaciones de cortes en carreteras, que por medio de un análisis macroscópico, se identificó su litología. Los puntos verificados y muestreados se representan en el mapa geológico y en el Cuadro 1.

Para determinar estos puntos de muestreo se trazaron tres líneas o secciones de muestreo que se observan en el mapa geológico, sección A-A', B-B' y C-C', las cuales fueron importantes para poder determinar la litología correspondiente de las diferentes localidades que se ubican dentro del municipio de Tepeji y el 95 % corresponden a rocas ígneas como son andesitas, basaltos, tobas y el 5 % a rocas sedimentarias principalmente a calizas y que a continuación se describen, considerando las características litológicas semejantes, por lo cual se agruparon en diferentes localidades.

Localidades Occidentales (Cañada de Madero), El Capulín, Tinajas 2a Sección y Tinajas) Constituida por un macizo rocoso de composición andesítica (A), representa la zona olcánica inmersa en el eje Neo Volcánico Mexicano tipificado según las provincias fisiográficas de Raisz (1954) y una secuencia de tobas con textura arcillo-limosa, brechas volcánicas y derrames lávicos.

Se observa un fracturamiento prominente, lo cual facilita la transminación y percolación del agua y la conductibilidad hidráulica que genera la formación de ríos. Además, durante el recorrido de campo se observa la amplia influencia hidrológica que mantiene con el municipio de Tepeji.

Esta sierra se asocia con la sección Norte de la Sierra de Las Cruces que tiene una trayectoria Norte-Sur, hacia la cuenca del Valle de México. Las estructuras volcánicas localizadas en esta zona son de origen monogenético, sin embargo, se observan estructuras de conos sineríticos y derrames lávicos.

Las emisiones y el emplazamiento de materiales magmáticos y volcánicos se efectuaron a través de un sistema de fracturamiento vertical de tipo distensivo, cuyas orientaciones principales fueron Nor Este-Sur Este, Este-Oeste y Nor Oeste-Sur Este.

A partir de lo anterior, la actividad volcánica continuó a lo largo de todo el Eje Neo Volcánico Mexicano, al parecer en diferentes fases, donde los últimos episodios se presentaron durante el Pleistoceno y Cuaternario, de esta manera se han propuesto dos ciclos principales de vulcanismo. El primero del Oligoceno al Mioceno y el segundo del Mioceno-Plioceno al Cuaternario, separados posiblemente por un hiatus en la actividad volcánica.

Por otra parte, es necesario mencionar que se observó el inicio de una zona de falla con indicadores cinemáticos de molienda, cuya dirección de falla corresponde a una tendencia Este-Oeste, mencionada con

anterioridad en el Nuevo Mapa Geológico de las Cuencas de México, Puebla y Toluca, cuyo contenido fue constatado en el Cerro Iglesia Vieja a los 3000 msnm.

Geología Económica

Minerales

El Estado de Hidalgo actualmente mantiene una importante y diversificada producción de minerales, tanto metálicos como no metálicos en la mayor parte de su territorio, donde se obtienen yacimientos de diferentes tipos (metamorfismo de contacto, sedimentario, volcánico entre otros), y que están contenidos principalmente en rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas en el municipio de Tepeji. Los principales productos no metálicos localizados son calizas, arcillas y caolín. El Consejo de Recursos Minerales clasifica al área de estudio dentro de la Región Tula como de yacimientos no metálicos del estado de Hidalgo.

Región Tula

El municipio de Tepeji del Río de Ocampo se localiza dentro de la Región Tula clasificada por el Consejo de Recursos Minerales (COREMI) en la Monografía Geológica-Minera de 1992.

En esta región se ubican los yacimientos en explotación de rocas calizas para la fabricación de cemento y cal; abarca parcialmente los municipios de Tula de Allende, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, Progreso y Huichapan. Los yacimientos de caliza están conformados por las rocas sedimentarias de la Formación El Doctor, del Cretácico Inferior, siendo éstas de ambiente de plataforma, así como depósitos de caolín y arcilla que se encuentran también en esta región y obedecen a la alteración de rocas tobáceas Terciarias que cubren a las calizas más antiguas; se utilizan tanto en la fabricación del cemento como agregados pétreos para la construcción (COREMI, 1992).

En Tepeji existen principalmente compañías o asociaciones que se dedican a la explotación de yacimientos no metálicos, principalmente de arena puzolana, grava, piedra, tepetate, etc., los cuales son conocidos como bancos de materiales y utilizados para la construcción de casas, carreteras, presas, etc. Una de estas sociedades importantes es la Sociedad Cooperativa Explotadora de Recursos no Renovables, Santiago Tlautla Hgo. S. C. L., que se dedica a la explotación de material pétreo (arena puzolana, grava, piedra, tepetate, y demás materiales extraíbles).

Relieve

El relieve es el conjunto de todas las formas de la superficie terrestre en una porción específica de la misma formándose por la interacción de los procesos endógenos y exógenos en la corteza terrestre, donde se reconocen relieves o formas de diversos órdenes, en función de sus dimensiones. Por lo anterior, existen diferentes clasificaciones del relieve conforme a la sistematización de las formas de la superficie terrestre, de acuerdo con una serie de rasgos de ellas. Esta clasificación presenta algunas modificaciones de la original de Engelri.

Las diferentes clasificaciones del relieve son:

1) En función de las dimensiones de las formas, de las mayores, de primer orden (continentes y cuencas oceánicas) a las menores (montículos de arena, estrías glaciáricas);

- 2) Morfológica: considera las formas fundamentales: planicies, altiplanicies, montañas; dimensiones y altitudes de ellas;
- 3) Morfogenética: agrupa las formas del relieve de acuerdo con los procesos que les han dado origen:
 - A. Endógeno tectónico y volcánico;
 - B. Endógeno modelado.
 - C. Exógeno: denudatorio o erosivo y acumulativo.
- 4) Cronológico, en función de la edad o las etapas de formación del relieve.

Considerando las diferentes clasificaciones del relieve y debido a la ubicación del área de estudio que pertenece a la Provincia Geológica del Eje Neo volcánico Mexicano, cae dentro de ésta clasificación en el número 3, que son las Formas de tercer orden o macro formas: donde son porciones de las mega formas que se miden en cientos y miles de km², a ellas pertenecen cadenas montañosas y cuencas inter montañosas.

Fisiografía

El área de estudio está comprendida dentro de la Provincia Geológica del Eje Neovolcánico Mexicano (Imagen No.3) la cual constituye una franja volcánica que cruza transversalmente (Este-Oeste) a la República Mexicana a la altura del paralelo 20 °. Se caracteriza en términos generales por la presencia de una gran cantidad de aparatos volcánicos asociados en su mayor parte a fracturas regionales (COREMI, 1992).

Se localiza dentro de la Sub provincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac según los criterios de Raisz (op. cit), el cual está constituido principalmente por rocas Cretácicas y Terciarias. Las rocas Cretácicas se presentan en menor proporción observándose areniscas, lutitas, calizas y conglomerados, mientras que en las rocas Terciarias se tienen las brechas, aglomerados, tobas y derrames lávicos de composición andesítica y basáltica, encontrándose estructuras propias de dichos materiales como son mesetas, coladas y extensas áreas de flujos piroclásticos y domos.

Morfología

En la morfología del estado, predomina el relieve volcánico con un área total de 11,144.1 km² lo que representa el 53.8 % del territorio del mismo, ocupado principalmente por montañas altas y muy altas (> 1,700 m), mesetas, altiplanos y valles, con predominio de rocas ígneas extrusivas (andesitas, basaltos, tobas, brechas, etc.) en parte cubiertas por depósitos lacustres y fluvio-lacustres.

La morfología que se presenta en Tepeji del Río se divide en dos grandes regiones las cuales son: a) al Sur de Tepeji se observan extensos abanicos de material piroclástico de tipo surges (oleadas o flujos piroclásticos) intensamente disectados, que originan cerros alargados y laderas convexas; y b) al Norte se encuentra una serie de domos de material extrusivo cuyo resultado forma coladas de tipo basáltico-andesítico, acompañados de piroclastos de la misma composición.

Ubicación de la fisiografía en la zona de estudio.

Geomorfología

Se tiene un proceso de modelado del paisaje íntimamente relacionado a la naturaleza de la roca y los procesos que actúan sobre ella, generando formas que se observan en la naturaleza: grandes montañas disectadas por corrientes hídricas superficiales, paisaje suave ondulado y de poca altura. También, los movimientos internos de la corteza terrestre forman hundimientos de laderas escarpadas que son llenados con el material erosionado de las formas positivas (sierras, mesetas, conos, volcanes, etc.), llevando a un equilibrio que modela la corteza terrestre. A estos procesos naturales, se suma otro factor importante que es la acción de la sociedad, la cual cambia el aspecto del paisaje en tiempos más cortos, transformando en ocasiones bellos paisajes en páramos.

Unidades Geomorfológicas

Considerando que todos los procesos internos y externos que ha sufrido la superficie terrestre están íntimamente relacionados con la naturaleza y los esfuerzos que esta ha soportado, esto determina su entereza o debilidad de la misma. Los movimientos internos de la propia corteza la han segmentado, formando grandes hundimientos de laderas escarpadas; otros procesos como la erosión y acarreo de partículas origina el relleno con grandes espesores en estos hundimientos. Todo lo anterior, aunado a las acciones de origen antropogénico, ha creado las condiciones que modelan y caracterizan la superficie terrestre.

Las unidades geomorfológicas son relieves que se han originado por a) fuerzas endogénicas (formas tectónicas y formas construccionales debidas a vulcanismo) y b) fuerzas exógenas (formas por denudación y erosión fluvial, o formas construccionales por acumulación fluvial y lacustre) y formas que ha propiciado la actividad antropogénica.

a) Relieve Endógeno

Formas Construccionales debido al Vulcanismo Se distingue una forma que constituye el sistema de montañas de mayor elevación que corresponde a los cerros La Peña Azul, La Campana, La Rosa, Solo, Ídolo, La Idolatría, Puerto San Luis, Grande, Los Cardenales, El Pedregal y Los Jarros constituidos principalmente por roca andesítica, con un drenaje radial a sub paralelo originado por las fracturas con este patrón estructural; donde se ubican los poblados El Capulín, Vega Madero y Tinajas 2^a. Sección.

Otras estructuras volcánicas de menor importancia y relieve lo constituye el cerro Mesa la Cañada de la parte de los poblados de Cañada de Madero, El Zapote, Canoas, Estancia y Ojo de Agua. La composición litológica de éste es basáltica donde su drenaje es sub paralelo.

En la parte sur de la zona de estudio, se ubica una serie de mesetas alargadas las cuales son constituidas por derrames basálticos, así como brechas volcánicas. Aquí se ubican los poblados de Montecillos, San Ignacio Nopala, San José Piedra Gorda, La Loma y San Mateo Buenavista.

b) Relieve Exógeno

Formas por denudación y erosión fluvial Se tienen dos tipos de relieve por efectos destruccionales, las formas dómicas, el desgaste de zonas de alteración y la denudación de rocas antiguas tanto de consistencia débil para unas, como por disolución para otras.

Debido a que en la parte centro del área de estudio se ubican las rocas de tipo arenisca y toba y son las que presentan un mayor grado de erosión fluvial al igual que en las partes débiles de la roca andesita, presentan un drenaje de tipo dendrítico a sub paralelo y paralelo.

Las topoformas de las rocas calcáreas poco menos redondeadas y poco más abruptos, donde el proceso destructivo principal es por disolución en bajo grado, debido a las condiciones climáticas, presentan un drenaje paralelo y cuadrangular. Este tipo de relieve se observa en el Noreste del área de estudio.

Valles erosivos profundos

Corresponde a zonas de altos valores de profundidad de la disección y a densidad media a alta lo cual determina una capacidad de infiltración. Los factores que los controlan son: el grado de fracturamiento de las rocas; la litología y el tiempo de exposición a los agentes exógenos. Se encuentran sobre estructuras montañosas, especialmente en sierras, mesetas, laderas y barrancas de disección fuerte, típicas del vulcanismo Cenozoico Temprano. Asimismo, estos barrancos se vinculan con los aparatos volcánicos muy destruidos y con zonas de pendientes medias a fuertes, se localiza principalmente alrededor del área de estudio excepto en el centro.

Formas Construccionales por Acumulación Fluvial y Lacustre Las planicies aluviales y fluvioacustres representan a la cabecera municipal de Tepeji, constituyendo las formas planas y más bajas de ambas zonas, conformadas por el relleno paulatino arrastrado a través de las corrientes fluviales y que constituye el drenaje que llega a este lugar.

La naturaleza de estos acarreo es del tipo de rocas de las partes altas y de las más fácilmente erosionables, como son los productos arenosos de las zonas de alteración y los productos tobáceos granulares, con gravas, gravillas y gránulos de rocas duras de los alrededores. Se depositan en forma gradual y horizontal, formando lentes y acuíferos en estratos de diferente espesor. Este relieve acumulativo carece prácticamente de drenaje y sólo las corrientes de mayor importancia lo cruzan.

III.1.4 Hidrología

El estado de Hidalgo queda comprendido dentro de dos Cuencas Hidrológicas, la No. 26 que corresponde al Río Pánuco, la cual ocupa una superficie de 19,796 km² y la del Tuxpan-Nautla que es la No. 27 y solamente cubre una superficie de 11.11 km².

La Cuenca del Río Pánuco, es una de las más importantes de la República Mexicana, tanto por su extensión como por la magnitud de sus escurrimientos. Abarca regiones geo morfológicas distintas como la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Mexicano.

El área de estudio está dentro de los afluentes de la Cuenca del Río Moctezuma, la cual ocupa una superficie de 19,793.60 Km² del estado de Hidalgo y el 100 % del municipio de Tepeji. También la cuenca está constituida por las sub cuencas representadas por los afluentes de los ríos Tlautla, Salto, Tula, Rosas, Tepeji y Cuautitlán, que se observan en el mapa hidrológico (INEGI 1987 y 1997).

Cuenca

La hidrología superficial de Tepeji del Río, es resultado de las masas de aire húmedo que vienen del Golfo de México y que chocan con la Sierra Madre Oriental, precipitando el agua en las inmediaciones de éstas geo formas. También interviene la pendiente del terreno y el tipo de material superficial, ya sea suelo o roca, así como la cobertura vegetal o uso del suelo, dando como resultado un coeficiente de escurrimiento entre 5 y 10 % (INEGI 1987) La Región Hidrológica RH 26 N del Río Pánuco, comprende la porción Suroeste del estado,

donde se ubican las cuencas de los Ríos Tula y San Juan del Río, que a su vez son afluentes del Río Moctezuma. Esta unidad hidrológica pertenece a la vertiente del Golfo de México, es una de las más importantes del país, ocupa el cuarto lugar a nivel nacional tanto por su superficie como por su volumen.

El sistema está comprendido dentro de la Cuenca del Río Tula, el cual se origina en el Estado de México entre las partes aguas de las Cuencas Pánuco y Lerma, su curso tiene una dirección general hacia el Norte, iniciando su recorrido con dirección S-NE, en el límite del Estado de Hidalgo. Está controlado por la presa Taxhimay y lleva el nombre de Río Tepeji hasta descargar en la Presa Requena, a la cual llegan también las aguas del Emisor Central de la Cuenca de México. (Córdoba, et. al.s.f) Saliendo de la Presa Requena, esta corriente, toma el nombre de Río Tula, recibe las aguas del Río El Salto, que trae parte de los excedentes de la Cuenca de México y sus aguas son nuevamente controladas por la Presa Endhó, donde una parte se dirige hasta la población de Ixmiquilpan, de ahí cambia su curso hacia el Noroeste para después confluir con el Río San Juan del Río, a partir de donde recibe el nombre de Río Moctezuma, funcionando como límite entre los estados de Hidalgo y Querétaro, este río desemboca en el Golfo de México con el nombre de Río Pánuco en el estado de Tamaulipas.

Los cauces de los arroyos cercanos a San Ildefonso son de baja a moderada profundidad, además de muy angostos, cuya profundidad disminuye casi totalmente al confluir con el Río Coscomate, dicho río nace en el Estado de México pasando cerca de Jilotepec, con una dirección preferente de Oeste a Este, hasta los alrededores de la comunidad de Santiago Tlautla donde cambia ligeramente su dirección hacia el Noreste hasta la Presa Endhó.

El drenaje superficial es de tipo dendrítico y torrencial, siendo perenne el arroyo Grande y el Río Coscomate, ya que la zona cerril donde se desarrolló físicamente, es el parte aguas. La tendencia de cada uno de estos afluentes mencionados del Río Tula, hacia la porción de El Divisadero está alimentada por el arroyo Grande cuyo cauce es de baja profundidad y poca amplitud y va siguiendo la pendiente de Norte-Noreste-Oeste bordeando a los cerros Palo Copudo y La Calavera hasta llegar a la Presa Endhó. Los principales ríos son: Tlautla, Salto, Tepeji, Tula y Cuautitlán. Dentro de los almacenamientos más importantes se tienen las siguientes presas: Requena, Taxhimay y Peña Alta.

Subcuencas

En el área de estudio se localizan tres subcuencas: I) Sub cuenca Río Tepeji, II) Sub cuenca Río Tlautla y III) Sub cuenca Río Cuautitlán, así mismo éstas, se dividen en micro cuencas (ver el mapa Hidrológico).

Subcuenca del Río Tepeji.

Tiene sus orígenes en la falda Norte de la Sierra de La Catedral y se inicia con una serie de escurrimientos, los cuales son controlados por la presa Taxhimay. Después de la presa, continúa la corriente por medio del colector general que toma el nombre de Río Tepeji hasta llegar a la Presa Requena. Antes de llegar a la localidad de Tepeji, está la presa derivadora. La Romera, la cual riega por medio del canal del mismo nombre, la margen derecha de la zona. Antes de llegar a la presa, se ubica la estación hidrométrica conocida con el nombre de Tepeji, con coordenadas latitud 19° 54' 08" y longitud 99° 20' 18", la cual registró un volumen anual en el 2000 de 486.9 mm. Desde la salida de la presa Taxhimay hasta la presa Requena, el Río Tepeji es alimentado por el Río Oro y los arroyos Los Sabinos, Peña Alta, San Pedro, Ahuizote, Molcajete, Idolatría, Colorín, Parajes Hornos, Cruz, Epazote, San Isidro, Gavilán y El Viejo, todos éstos con un carácter intermitente. (INEGI 1997 y 1987). Al sur del poblado de Tepeji del Río, se localizan en medio de barrancas y valles, tres ríos de menor importancia como son: Los Sabinos, El Oro y los Arcos, todos nacen en el Estado de México a una altitud entre 2 250 y 2 700 msnm. La segunda corriente, pasa por el poblado de San José Piedra Gorda y es alimentada por La Salitrera y los arroyos El Ocote, Cueva Grande, Alcaparrosa y Sacamote y la tercera solamente por El Jabalí.

Río Tlautla

También llamado Río Coscomate, se localiza al Noroeste de Tepeji del Río, nace cerca del poblado de Jilotepec en el Estado de México a una altitud de 2 450 msnm, contribuyendo a esta corriente perenne los arroyos y ríos intermitentes El Fresno, Colorado, Arboleda, Poza, Damayonte y Fabrica Vieja; dicha corriente trae en suspensión material orgánico y mineral virtiendo sus aguas hacia la presa Requena para pasar después a formar parte del Río Tula.

Río Cuautitlán

Se localiza al Noreste del área de estudio, la sub cuenca de este río tiene una superficie de 594 km.², en el municipio ocupa un área muy pequeña, nace cerca del poblado de La Quebrada, en el Estado de México, a una altitud de 2 280 msnm. Es alimentado por la Laguna de Zumpango, en esta corriente vierten sus aguas varios arroyos intermitentes que no tienen nombre.

Microcuencas

El área de estudio se ha dividido en micro cuencas, con el objeto de proporcionar un mayor detalle de los diferentes aportes que tienen los ríos principales del área de estudio, así como la ubicación en las sub cuencas. Todo esto se sustenta en lo establecido por la CNA en la subdivisión de región hidrológica, cuenca, sub cuenca y micro cuenca.

Subcuenca I Río Tepeji

Palo Grande se localiza al Oeste del área de estudio, nace en la parte alta del Cerro Puerto San Luis, en la localidad de El Capulín, tomando el nombre de Río Carrizal y después toma el nombre de Palo Grande, el cual capta las aguas del Río La Idolatría que nace del cerro La Idolatría y que toma el nombre de Río Colorín aguas abajo, el flujo de éstos es hacia la parte Noreste desembocando sus aguas en la presa Requena.

Río El Oro

Se localiza en la parte Sur en las localidades Las Colonias, La Loma y San José Piedra Gorda, nace del escurrimiento de la Sierra de las Cruces, es una corriente perenne que se junta con otros afluentes como el Río Los Arcos, La Salitrera y El Ocote principalmente, hasta verter sus aguas con el Río Tepeji.

Las Tres Marías

Se localiza al Oriente, nace en la parte alta del Cerro El Zapote a 2 500 msnm, en la localidad de Pie de Casas, es una corriente intermitente teniendo un vertimiento de otros arroyos pequeños que no tienen nombre y sus aguas se vierten al Río Tepeji.

Peña Alta

Se localiza en la parte Sureste del área de estudio, en la localidad de San Buenaventura y Cantera de Villagrán. Se origina del vertimiento del agua de la Presa Peña Alta y de los cerros aledaños, es de una corriente intermitente y capta el agua de los arroyos Montecillos y Puerta de la Cantera.

Subcuenca II Río Tlautla o Coscomate

Los Fresnos Se localiza en la parte Oeste del área de estudio, nace en el parte aguas, entre las sub cuencas Tlautla y Tepeji, del Cerro Iglesia Vieja fuera del área de estudio. Es una corriente intermitente y se une al río Coscomate.

Las Tinajas y Damayonte

Se localiza en la parte Noroeste del área de estudio, en la localidad de La Mesa, La Cañada, donde confluye con varios ríos Las Tinajas, Damayonte, La Poza y La Tronera que son de corrientes intermitentes hacia el río Coscomate.

Subcuenca Río Cuautitlán

Río El Salto

Se localiza al Este del área de estudio, nace cerca del poblado de Santiago Tlaltepoxco, a una altitud de 2 075 msnm, es alimentado por la corriente del Río Cuautitlán y varios arroyos intermitentes que no tienen nombre, así como de las aportaciones que recibe de la Cuenca de México mediante el Emisor Poniente, recibe descargas de aguas residuales del Distrito Federal.

Estaciones Hidrométricas y Climatológicas. En el área de estudio se localizan 5 Estaciones Hidrométricas (cuadro 8), así como 4 Estaciones Climatológicas (cuadro 9) que se ubican, dentro de la Cuenca del Río

Tula, en la Región Hidrológica RH 26 N del Río Pánuco, entre las partes, aguas de las Cuencas Pánuco y Lerma.

Los datos obtenidos corresponden a la carta hidrológica de aguas superficiales y subterráneas de CETENAL Escala 1: 250 000 de 1970, proporcionadas por el Sistema Meteorológico Nacional (SMN).

Estaciones Hidrométricas

No	Estación	Corriente	Área Cuenca Km2	Volumen medio anual millones de dm ³	Gasto medio anual m3/seg	Gastos Extremos		Periodo	Dependencia
						Máxima	Mínima		
9	El Salto	Río El Salto	57.0	60.250	1.910	164.000	0	1930-1970	SARH
10	Tepeji	Río Tepeji	693.0	126.339	4.000	425.000	0.031	1935-1970	SARH
12	La Romera	Canal La Romera		4.333	0.131	0.492	0	1923-1970	SARH
20	Calabozos	Río San Luis	358.0	73.910	2.344	152.000	0	1940-1970	SARH
21	Planta Taxhimay	Canal Planta		9.790	0.310	0.785	0	1940-1970	SARH

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional

Estaciones Climatológicas

No	Estación	Clave de DGGTN	Temperatura Media anual °C	Precipitación (mm)			Años con datos	Dependencia
				Media anual	Máxima anual-año	Mínima anual-año		
10	Presa Requena	13.039	16.14	564.50	926.0-1958	248.1-1970	118	SARH
11	Tepeji	13.054	15.79	704.50	1225.5-958	421.0-1959	23	SARH
18	Fábrica de Hilados Josefina	13.022	17.45	762.92	905.6-927	666.2-1929	4	SARH
31	Presa Taxhimay	15.077	16.21	792.19	1170.5-958	499.9-1957	48	SARH

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional

Almacenamientos

En el área de estudio se tienen principalmente dos presas de almacenamiento: la Taxhimay y Requena, cuerpos de agua de mayor capacidad e importancia, pero también existen otras que almacenan menor volumen como Peña Alta, El Arco y El Banco (cuadro 10).

Algunas de las características más importantes de las presas dentro del municipio se describen a continuación, haciendo énfasis en que la información de algunos de estos cuerpos de agua, se encuentra en proceso de actualización en el Censo de Presas del Estado de Hgo. C.N.A. 2001.

Cuadro 10. Presas ubicadas dentro del Municipio

Presa	Localización		Capacidad de Almacenamiento (mm3)	Uso o Beneficio	Superficie de Riego (ha)
Requena	19° 57'44"	99° 18'36"	81.00	Riego	6500.00
Taxhimay1	19° 50'09"	99° 23'06"	50.60	Riego	2100.00
Peña Alta	19° 48'48"	98°18'55"	4.0 Riego 348.00 1 El vaso de la presa Taxhimay se ubica en el Estado de México, excepto	Riego	348.00

1 El vaso de la presa Taxhimay se ubica en el Estado de México, excepto Riego 348.00

1 El vaso de la presa Taxhimay se ubica en el Estado de México, excepto la cortina que se localiza en el Estado de Hidalgo, asimismo sus aguas se encuentran concesionadas para riego en la misma entidad.

Presa Requena

Localización. –Comprende las localidades de Atengo, Tlaxinacalpan y Melchor Ocampo, entre las coordenadas 19° 57'44" de latitud y 99° 18'36" de longitud a un costado de la carretera Tula-Tepeji.

Datos de construcción. - Esta presa fue construida en el periodo de 1919 a 1922. Con el propósito de captar algunos escurrimientos pluviales y el Río Tepeji, además de que sus aguas se utilizan para riego agrícola. Esta presa también capta las aguas del Emisor Central de la Cuenca de México. La altura total de su cortina es de 37.40 m aproximadamente, con una longitud de corona 230 m y un ancho de la misma de 8.0m.

Presa Taxhimay

Localización. –Comprende las localidades de Jilotepec-Villa del Carbón (Estado de México) entre las coordenadas 19° 50'09" de latitud y 99° 23'06" de longitud a una altitud de 2 220 msnm, tiene una capacidad de 49,300,000 m³.

Datos de construcción. - Esta presa fue construida en el año de 1912. La altura total de su cortina es de 43.00 m, posee una longitud de 233 m y un ancho de la misma de 4.0 m. El área de embalse cuando la presa está llena es de aproximadamente 400 ha, almacena en su totalidad agua limpia, gran parte de este caudal se utiliza para regar las zonas agrícolas de Tepeji y San Buenaventura.

Presa Requena

Localización. –Comprende las localidades de Atengo, Tlaxinacalpan y Melchor Ocampo, entre las coordenadas 19° 57'44" de latitud y 99° 18'36" de longitud a un costado de la carretera Tula-Tepeji.

Datos de construcción. - Esta presa fue construida en el periodo de 1919 a 1922. Con el propósito de captar algunos escurrimientos pluviales y el Río Tepeji, además de que sus aguas se utilizan para riego agrícola. Esta presa también capta las aguas del Emisor Central de la Cuenca de México. La altura total de su cortina es de 37.40 m aproximadamente, con una longitud de corona 230 m y un ancho de la misma de 8.0m.

Presa Taxhimay

Localización. –Comprende las localidades de Jilotepec-Villa del Carbón (Estado de México) entre las coordenadas 19° 50'09" de latitud y 99° 23'06" de longitud a una altitud de 2 220 msnm, tiene una capacidad de 49,300,000 m³. Datos de construcción. - Esta presa fue construida en el año de 1912. La altura total de su cortina es de 43.00 m, posee una longitud de 233 m y un ancho de la misma de 4.0 m. El área de embalse cuando la presa está llena es de aproximadamente 400 ha, almacena en su totalidad agua limpia, gran parte de este caudal se utiliza para regar las zonas agrícolas de Tepeji y San Buenaventura.

Presa Peña Alta

nitratos (NO₃) AMONIACO (NH₄) y fosfato en forma de fosfatos (PO₄) y detergentes (D); y finalmente, las características físicas medidas por medio del color y la turbiedad. El oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno son los parámetros de mayor peso en el valor del ICA (CNA,1997).

Cuadro No. 11. Índice de Calidad del Agua según CNA

USO	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA	
	APTO	NO APTO
Fuente De Abastecimiento De Agua Potable	50 – 100	< 50
Recreación	50 – 100	< 50
Pesca Y Vida Acuática	60 – 100	< 60
Industrial Y Agrícola	30 - 100	< 30

Fuente: www.cna.gob.mx

Cuadro 12. Escala de Valores de la Calidad del Agua, según el índice de Calidad del Agua

Valor (%)	Criterio General
+0 – 40	Inaceptable
+40 – 50	Fuertemente contaminado
+50 – 70	Contaminado
+70 – 90	Aceptable
+90 – 100	Excelente

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 1999

La zona de estudio se ubica dentro de la Región Hidrológica Pánuco (clave RH26), Cuenca Río Moctezuma (clave D), Subcuenca Río Cuautitlán (clave n); esta subcuenca se encuentra conformada básicamente por escurrimientos de tipo intermitente. El cuerpo de agua más cercano a la zona de estudio es la presa Requena, la cual se ubica aproximadamente a 8 (ocho) kilómetros de distancia.

En la Figura III.1.4-1 se muestra la Hidrografía en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo:

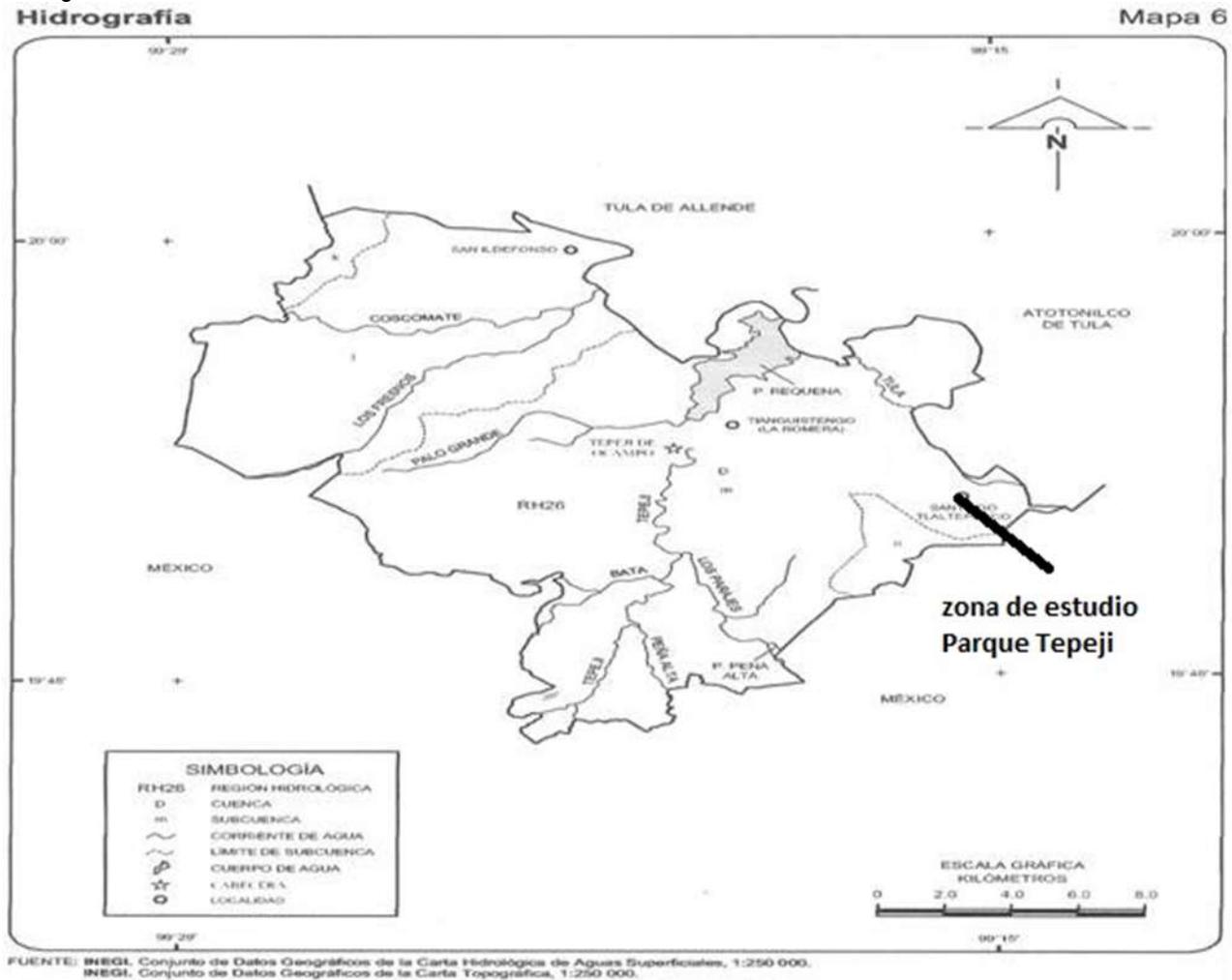


Figura III.1.4-1

Hidrología Subterránea

La Hidrología Subterránea o Geo hidrología se refiere al estudio del agua en el subsuelo. La cantidad de este recurso y su funcionamiento dependerá del ciclo hidrológico; su coeficiente de infiltración está en función de tipo de suelo y roca, pendiente del terreno, cubierta vegetal, permeabilidad y manejo del suelo.

La región oeste del estado de Hidalgo cuenta con grandes recursos de aguas subterráneas, encontrándose principalmente en rocas basálticas y sedimentos aluviales y lacustres del Terciario y Reciente.

Los principales afluentes en el área son los arroyos El Carmen, Mecano, Batha, Parajes y Río Tepeji, así como un sin número de arroyos tributarios del tipo intermitente, los cuales llevan agua solamente en épocas de lluvias.

Las rocas que afloran en la región, presentan un grado de permeabilidad variable, existiendo por lo tanto formaciones rocosas impermeables a poco permeables, semipermeables y permeables; dentro de las primeras, está la secuencia de las rocas Cretácicas, es decir, las areniscas y las lutitas, ya que su componente principal es la arcilla.

Dentro de las poco permeables se agrupan a las rocas Terciarias, principalmente las capas constituidas por las brechas y aglomerados, en su porción intemperizada y superficial, ya que su fracturamiento es de moderado a intenso, aunque es relativamente superficial, por lo que son medios fracturados restringidos a su extensión y continuidad, sin embargo, en los alrededores de San Ildefonso están drenados, es decir, no contienen agua o es de caudales bajos.

Por último, las rocas semipermeables y permeables, se localizan hacia la zona límite entre los Estados de México e Hidalgo, es decir, en la porción del predio Atongo, cercano al poblado de El Divisadero (perteneciente al Estado de México) están constituidas por los derrames basálticos que llegan a formar acuíferos de moderado rendimiento, restringido a zonas fracturadas, tal es el caso del pozo de El Divisadero o El Fresno, el cual fue perforado hace unos seis años con resultados positivos. También se tienen en esta zona, los manantiales La Tasa y Ojo de Agua, con caudales importantes, sin embargo, en zonas donde el grado de fracturamiento es bajo disminuye su permeabilidad, llegando a tenerse muy bajos caudales.

Existe una presa de reciente construcción a una altitud de 2 675 msnm con las siguientes coordenadas 0447878 LO y 2201933 LN, cuya ubicación afectará la zona de recarga, ya que almacena una considerable cantidad de agua y se encuentra ubicada en una zona baja al nacimiento de los principales ríos que abastecen a Tepeji del Río; estos son, el Río de Las Pozas y Los Fresnos, que posteriormente se convierte en el Río Chideje, cuyo tributario transporta agua a la comunidad de Santiago Tlautla.

Unidades Hidrogeológicas

Las unidades hidrogeológicas, se definen como unidades o paquetes litológicos con características de porosidad y permeabilidad, que determinan el grado de competencia de la roca, en el subsuelo y por ende del acuífero. De acuerdo a las características texturales y de fracturamiento las unidades litológicas se clasifican en tres unidades hidrogeológicas según Ing. González de la Fuente, 1998.

Unidad Hidrogeológica 1.- Es una Unidad compuesta por surges, flujos piroclásticos, brechas volcánicas y derrames de lava de composición intermedia y dacítica (Bv) con permeabilidad variable de media a baja. La porosidad de la roca es alta, sin embargo, sus intersticios no se encuentran comunicados por lo que se puede indicar que existe baja permeabilidad.

Esta variación se debe a la predominancia de piroclastos de textura limosa sobre los flujos piroclásticos de la misma continuidad e intensidad del fracturamiento observado en las coladas de lava. En la superficie, esta unidad funciona como zona de recarga y filtración de las precipitaciones pluviales y a profundidad actúa como parte integral del sistema del acuífero de Tepeji del Río.

Unidad Hidrogeológica 2.- Consiste de brechas volcánicas y lahares cuya permeabilidad es incompetente. En la superficie, esta unidad actúa como zona de escurrimiento y en la profundidad como acuífugo.

Unidad Hidrogeológica 3.- Formado por material aluvial (Qal), consistente de gravas, arenas, limos poco compactados de permeabilidad media a alta. En la superficie actúa como zona de recarga del sistema del acuífero constituido por piroclastos.

Se hace notar que estas unidades, constituyen las mismas unidades competentes en el subsuelo, que determinan la existencia de un acuífero, sin embargo, éstas deben estar acompañadas de estudios geofísicos para la prospección geohidrológica para que tengan un buen resultado.

III.1.5 Densidad demográfica

En esta área, se ubican las localidades de mayor dinámica socio económica del municipio como lo son la cabecera Tepeji del Río de Ocampo, Tianguistengo (La Romera), Cañada de Madero, Santiago Tlautla y Melchor Ocampo; las demás localidades incluidas para esta área son Dos Peñas, Presa Escondida, Presa Escondida Segunda Sección, Benito Juárez, Unidad Obrera Habitacional CTM, Lumbrera 20, Lomas de la Cantera, Tinajas, Taxhido, Xaisnal, Santa Ana Azcapotzaltongo, Santa María Magdalena, El Zapote, Ojo de Agua, Canoas, Rancho Las Isabeles, La Estancia y Miraflores.

Con respecto al uso del suelo en esta área, predomina la ocupación por extensión territorial en actividades del sector primario, fundamentalmente la agricultura, tanto de temporal como de riego, así como en actividad pecuaria de tipo extensivo y también intensivo; en cuanto a la actividad piscícola, ésta se lleva a cabo en cuerpos de agua artificiales como jagüeyes y/o bordos, así como en presas, siendo la de mayor importancia por extensión la Presa Requena (564 ha); la actividad forestal es casi nula.

La actividad minera que se desarrolla en esta región, tiene una importancia relevante como una fuente de materia prima para la industria de la construcción la cual se encuentra cercana a estos bancos de material, como lo son las empresas Cruz Azul y Tolteca, asentadas en el municipio de Tula; los sitios en donde se extrae el material son áreas que se encuentran en las localidades de Santiago Tlautla, El Zapote y Santa María Magdalena, cabe señalar que en ésta última, el banco de material existente está dentro del predio considerado como una ampliación territorial de dicha localidad y que está muy cercana a la localidad de Canoas.

Siguiendo en este contexto, en la localidad de Melchor Ocampo (El Salto), existe industria minera que realiza procesos de transformación de material para la construcción, como grava y cal, en donde la materia prima proviene del ejido Los Conejos, ubicado en el municipio de Atotonilco de Tula.

Región IX

En esta región se asienta el Parque Industrial de Tepeji del Río, ubicado al Suroeste del municipio, cuenta con una infraestructura completa de avenidas, energía eléctrica, agua para la producción, lotes en venta para la manufactura o almacenaje a nivel servicios, comunicación con la autopista lo cual facilitará la comercialización de la producción o el transporte de los productos terminados que es en donde se localiza el proyecto.

En esta zona no se encontraron asentamientos humanos ya que la gente que labora en ese lugar es una población flotante que tiene su residencia en las localidades cercanas. El área industrial se encuentra subutilizada en un 30 % de su capacidad total.

a) Demografía

El municipio de Tepeji del Río de Ocampo cuenta con 47 localidades, en donde la cabecera municipal cuenta con una población total de 31,221 habitantes, de los cuales 15,177, corresponden a población masculina y 16,044 corresponden a población femenina.

- Dinámica de la población de las comunidades directa o indirectamente afectadas con el proyecto.

La dinámica económica que se ha suscitado en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo en los últimos 25 años, ha incidido en el asentamiento de nueva población tanto por el crecimiento natural como por el crecimiento social.

Esto se ve en los datos que, según INEGI, registra en los años 60's una migración negativa, mientras que en el último decenio 1990- 2000, se ha incrementado notablemente. Sin embargo, actualmente se tienen estimados que reflejan más de 100,000 habitantes, cantidad que no ha sido reconocida y que repercute en el ingreso que por concepto de participaciones le corresponden al municipio.

Por otra parte, el desarrollo industrial, es el que ha contribuido a la expansión espacial demográfica para el asentamiento de áreas habitacionales y de comercios, dando como resultado un fenómeno de cambio de uso de suelo, en donde el patrón de ocupación se manifiesta en la sustitución de áreas agropecuarias y de vegetación natural.

La ocupación de la población económicamente activa, en su mayor parte, se desarrolla en el sector secundario, siguiéndole el terciario, en contraste, el sector primario gradualmente se está relegando a una actividad complementaria.

Población Económicamente Activa

Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tepeji De Ocampo	31221	11861	323	6629	4729	543	846	3571	5309	778	287	7152
Cañada De Madero	1742	591	55	397	124	10	28	239	243	19	9	397

Fuente: INEGI, Integración territorial por localidad, México D.F., 2001 Población total, 2. Población de 12 y más ocupada (PO), 3. PO en el sector primario, 4. PO en el sector secundario, 5. PO en el sector terciario, 6. PO que no recibe ingresos, 7. PO que gana menos de 1 sal. mín, 8. PO que gana de 1 a 2 sal. mín., 9. PO que gana de 2 a 5 sal. mín., 10. PO que gana de 5 a 10 sal. mín., 11. PO que gana más de 10 sal. mín., 12. Viviendas particulares habitadas.

- Crecimiento y distribución de la población.

El patrón de asentamientos humanos ha estado ligado y condicionado en los últimos años por la dinámica urbana, misma que se manifiesta de diversas formas: intercambio económico y flujos migratorios entre las ciudades y entre éstas y el ámbito rural, además de muchas otras. Según datos de INEGI sustentados en el XII censo de población del 2000, el municipio de Tepeji del Río se caracterizó por seguir las mismas tendencias de crecimiento de las décadas pasadas.

Al respecto, cabe decir que, de 1960 a la fecha, su población se ha incrementado poco más de 3.7 veces (gráfica 22). Prueba de lo anterior son sus tasas de crecimiento anual, según las cuales han mantenido incrementos significativos a lo largo de 40 años, destacando la del periodo 70-80 y 90-2000, con 4.12 y 5.8 por ciento respectivamente (gráfica 23).

Gráfica. Crecimiento poblacional municipal 1960-2000 Fuente: Elaborada por el CIIEMAD 2003 con base en el VIII, IX, X, XI y XII censo de población

Dicho crecimiento, a su vez, ha generado una ocupación territorial del espacio que se traduce entre la década 1990 y 2000, en 11 nuevas poblaciones, que básicamente se asientan sobre zonas planas y de poca pendiente, y en menor número, en partes altas.

Gráfica No. 23. Tasa de crecimiento anual municipal 1960-2000

Fuente: Elaborada por el CIIEMAD 2003 con base en el VIII, IX, X, XI y XII censo de población

- Estructura por sexo y edad

Tepeji del Río de Ocampo al ubicarse en una vialidad de acceso regional a la periferia de la zona metropolitana del Valle de México y al sur del estado de Hidalgo, la dinámica poblacional que presenta el Municipio ha propiciado diversos fenómenos demográficos, producto del desarrollo económico y de su localización estratégica dentro del ámbito industrial nacional en la periferia urbana. Durante el año 2000, se registró una población de 67,858 habitantes; de los cuales 33,449 (49.30%) son hombres y 34,409 (50.70%) son mujeres.

- Migración.

La creciente diversificación de las actividades económicas a lo largo del territorio nacional ha propiciado la aparición de polos de atracción alternativos para la movilidad territorial de la población, de tal suerte, que los otrora masivos traslados del campo a las ciudades han cedido importancia paulatinamente a las migraciones entre núcleos urbanos y de las grandes zonas metropolitanas a ciudades de tamaño intermedio.

De acuerdo a estimaciones elaboradas por CONAPO con base en censo del año 2000, se calcula que 14 de cada mil mexicanos mudan anualmente su residencia a nivel intermunicipal.

Los destinos, contrario a las creencias, han variado de los años cincuenta a la fecha. En efecto, el Distrito Federal de recibir migrantes de 19 entidades en aquella década, actualmente, se reciben contingentes importantes de 4 estados, incluidos los del Estado de México, entidad esta última, preferida por los migrantes de 11 Estados de acuerdo al XII censo Bajo una óptica estrictamente municipal los desplazamientos de inmigrantes pueden incidir en el crecimiento demográfico, en otros casos existen movimientos internos que representan reacomodos poblacionales al interior de las localidades.

Al respecto, el ejemplo más claro sobre este último punto lo constituye la cabecera municipal, ya que en 13 de las 47 localidades que componen el municipio hubo desplazamientos de importancia.

Existen otras localidades como la de Vega de Madero y San José Piedra Gorda, que, si bien no alcanzan niveles de importancia como la anterior, si han contribuido en el fenómeno migratorio interno.

La migración internacional entre Tepeji del Río y los Estados Unidos constituye un fenómeno complejo que pone de manifiesto las diferencias económicas, principalmente el insatisfecho requerimiento de empleos estables y bien remunerados para la creciente población en edad de trabajar.

En las dos últimas décadas la migración internacional ha cobrado creciente importancia y complejidad en el municipio, desafortunadamente no existen indicadores estadísticos fuera de los oficiales que den fe del fenómeno También se ha detectado la migración de población hacia los Estados Unidos, principalmente de las localidades de San Mateo Buenavista, Tepeji del Río (Cabecera Municipal), San Buenaventura, Santa María Magdalena, Taxhido, Tianguistengo, Miraflores y Santiago Tlapanaloya.

Además de existir movimientos pendulares de población, producto de las fuentes de empleo que se generan en la Zona Industrial de Tepeji del Río.

- Población Económicamente Activa.

El empleo y la competitividad como una de las condicionantes para fomentar e incidir en el desarrollo económico del municipio es vital, dado que influyen en la dinámica social y territorial de Tepeji del Río de Ocampo.

Dada esta premisa, el comportamiento del empleo a nivel municipal se encuentra en la siguiente situación: La población económicamente activa ocupada asciende a 23,364 personas, de las cuales casi el 60% trabaja en la industria, en segundo término, se ubican las personas que están empleadas en el comercio y los servicios con el 32%, y, por último, las actividades agropecuarias sólo concentran el 9% de la población total empleada a nivel municipal.

Cuadro 1. Población Ocupada por Sector de Actividad.

Sector de Actividad	Personal Ocupado
Sector Primario (Agricultura, Ganadería)	2,194
Sector Secundario (Industria)	13,620
Sector Terciario (Comercio y Servicios)	7,550
Total	23,364

FUENTE: XII CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. INEGI 2000.

La población que tiene empleo, presenta disparidades con respecto a los niveles de ingreso, así se tiene, que el 78% de la población con empleo capta de 1 a 5 salarios mínimos, mientras que sólo el 2% de la población ocupada percibe más de 10 salarios mínimos, por otro lado, la población que no recibe ingresos o que recibe menos de 1 salario mínimo concentra el 15% y sólo el 5% de la población está en el rango de percepción de 5 a 10 veces el salario mínimo.

Cuadro 2. Niveles de ingreso de la Población Ocupada. (Datos Absolutos)

Población Ocupada	Número personas
Que no recibe ingresos	1548
Que gana menos de 1 salario mínimo	1892
Que gana de 1 a 2 salarios mínimos	8119
Que gana de 2 a 5 salarios mínimos	9529
Que gana de 5 a 10 salarios mínimos	1134
Que gana más de 10 salarios mínimos	405

FUENTE: XII CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. INEGI 2000

d) Distribución de la Población Activa por Sectores de Actividad.

En este último rubro es conveniente llevar el análisis hasta identificar la tasa de ocupación que deriva de otros proyectos del mismo sector o con el mismo objetivo que caracteriza al proyecto que se evalúa. Si se considera conveniente podrá analizar otros indicadores propuestos por INEGI o CONAPO.

Factores Socioculturales

Paralelamente al crecimiento de la población señalado, el aislamiento de las localidades rurales se ha reducido paulatina al desarrollarse una extensa red de comunicaciones y carreteras que cruzan buena parte del municipio, comunicando a casi la totalidad de las localidades.

Esto ha facilitado el desplazamiento de sus habitantes a otras localidades o municipios, al mismo tiempo, éstas vías de comunicación han sido uno de los principales agentes por medio de los cuales se insertan nuevos patrones de vida, diferentes a su forma de vivir por lo que puede decirse que en conjunto los medios de comunicación (radio y televisión entre otros) y las industrias son de los vehículos más determinantes en la transformación de sus valores y expectativas.

El análisis del sistema cultural considera con base a un análisis general, la siguiente información:

1) Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto; así como a las características del uso.

Por las características del proyecto no se pretenden utilizar recursos naturales del área de influencia, ya que se trata del almacenamiento de Gas L.P.

2) Nivel de aceptación del proyecto.

El nivel de aceptación del proyecto está en base a la demanda del servicio y ya que ahí se asientan empresas que requieren suministro de gas LP la aceptación es total, dado el servicio que se pretende proporcionar.

3) Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicará el Proyecto.

El Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicará el proyecto no se contemplan como puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo, debido a que es una zona industrial.

4) Patrimonio Histórico.

En el sitio del proyecto no se ubican edificaciones que sean considerados patrimonio histórico, debido a que es una zona industrial y el uso de suelo permitido, fue planeado para este tipo de actividades, mediante un Ordenamiento Ecológico Territorial.

Diagnóstico Ambiental

El área donde se ubicará la instalación está destinada para uso Industrial y agropecuario y se consideran cambios no significativos y poco relevantes en cuanto a la estructura del sistema ambiental, puesto que las condiciones del mismo fueron ya modificadas con anterioridad por las actividades agropecuarias que se desarrollan alrededor del sitio del proyecto.

El área de estudio cuenta con todos los servicios que requiere una instalación industrial de ese tipo y con las características que requiere el proyecto en cuestión.

La vegetación natural y los vestigios Matorrales y la mayor parte de los Arbustos Inermes y Espinosos, han sido desplazados por actividades agropecuarias, el crecimiento poblacional, el desarrollo carretero y el incremento en la actividad industrial y turística de la zona.

El movimiento que se desarrolla en la zona de manera general ha provocado que algunas especies tanto de flora como de fauna se hayan desplazado a otros sectores del estado (Áreas Urbanas, Pastizales y las Zonas de Reserva Ecológica el Cerro de la Campana) y han sufrido variación en cuanto a sus hábitos tanto migratorios como reproductivos, lo anterior ocurrió durante la instalación del parque industrial Tepeji, por lo que la obra en proyecto no ocasionará más modificaciones que las anteriormente indicadas, no provocando barreras que limitan la modificación de los patrones contemplados en la transformación del hábitat.

Como se puede apreciar según las características y la naturaleza del proyecto, este va a determinar acciones que no se consideran críticas en su interacción con el ambiente. En el área de estudio las principales actividades son: las actividades industriales, debido a esto ya existía una modificación considerable en el hábitat, lo que determina, que no es muy significativa la modificación del mismo por las actividades específicas del proyecto en cuestión.

El principal problema que se presenta en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo., como en casi todos los municipios es la alteración del suelo, aire y agua ya que son contaminados por grandes cantidades de basura y contaminación de arroyos o ríos por descargas de aguas residuales tanto domesticas como industriales.

Al proyecto de Terminal de Almacenamiento para Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo. (Parque Industrial Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo) no se le pueden determinar componentes del sistema que sean relevantes o críticos, debido al crecimiento industrial que ha tenido la región.

En la zona del estudio se establece una modificación en los componentes ambientales, y esta se da, por la presencia de Actividades Agropecuarias, y por Infraestructura Industrial que fue previamente planeada, y al mismo tiempo esta se provoca por consecuencia del constante crecimiento poblacional y el consecuente desarrollo urbano (equipamiento) que se requiere para abastecer los servicios básicos, para una población en constante crecimiento.

Se establece que estos movimientos poblacionales traen como consecuencia la reducción de espacios ocupados por comunidades vegetales y animales que están siendo desplazadas hacia otros sectores, no propios de acuerdo a sus características naturales.

Aire. - La calidad en la zona, disminuye día con día, debido a las emisiones de los vehículos de combustión interna que transitan en el municipio y en las principales vías de comunicación, adicionalmente al desarrollo industrial que, aunado con el efecto de los vientos característicos de la región, se levantan tolvaneras que arrastran consigo partículas sólidas, alterando la calidad del mismo.

Agua. - La calidad en el ámbito municipal se ve afectada por los usos agrícolas, pecuarios, domésticos e industriales que se reflejan en la región, dando como resultado la generación de aguas residuales cargadas de componentes químicos que son descargados a los drenajes (detergentes, materia orgánica, solventes y otros contaminantes), influyendo directamente en la calidad del agua.

Suelo. El impacto en el suelo se ha dado principalmente por el constante cambio en su uso, generando con esto aumentar el grado de erosividad y disminuyendo la productividad del mismo, por la eliminación de los nutrientes necesarios, para el desarrollo de especies vegetales.

Flora. Las especies de flora han sufrido un desplazamiento desmedido debido a la introducción de especies forrajeras, para la cría de ganado y la inducción de especies ornamentales, que desplazan a las especies características de la región.

Fauna. La fauna característica corresponde a pequeños roedores, algunos reptiles y anfibios, pero las predominantes son las aves que por sus características de locomoción prevalecen en mayor proporción.

Los criterios de valoración se sujetan a los aspectos normativos aplicables y a las características del proyecto, derivado de que, por desarrollarse en una zona industrial, el grado de afectación es realmente mínimo.

Cercanos al sitio del proyecto no se encuentran cuerpos de agua que resultaran afectados por las actividades del mismo, por lo mismo de que se trata de una zona industrial, se restringe el acceso a personas ajenas a la instalación, las perturbaciones en la zona se dieron con anterioridad por tanto la zona se encuentra impactada. Por las dimensiones del proyecto y su ubicación no es posible provocar el aislamiento de organismos vivos, los cambios en la calidad de los componentes ambientales resultarán irrelevantes por lo anterior comentado.

III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El clima del estado de Hidalgo, presenta marcados contrastes según la región o zona ecológica, siendo desde la calurosa y húmeda Huasteca o el clima semi frío subhúmedo en las inmediaciones de Pachuca, hasta el clima seco templado que se encuentra en el Valle del Mezquital, así como las bondades climáticas de Tecozautla.

En el municipio de Tepeji del Río en toda su extensión, se presenta una diversidad de climas desde el templado subhúmedo con lluvias en verano, hasta el semiseco templado, predominando el primero en el Territorio Tepejano. Su temperatura promedio mensual oscila entre los 12° C para los meses de diciembre y enero que son los más fríos del año y los 18° C para el mes de mayo que registra las temperaturas más altas.

La estación meteorológica de Tepeji del Río, en 22 años de observación, ha estimado que la temperatura anual promedio es de aproximadamente 15.8° C; con respecto a la precipitación anual en el municipio, el nivel promedio observado es de 704.5 mm, siendo los meses de junio y julio, los de mayor precipitación y los de diciembre y febrero de menor precipitación.

Se establece que el estado medio de la atmósfera del municipio de Tepeji es producto de la interrelación de los elementos del clima como temperatura, precipitación, evaporación, vientos y los factores latitud y altitud (García E, 1983).

- Tipo de clima: describirlo según la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1981).

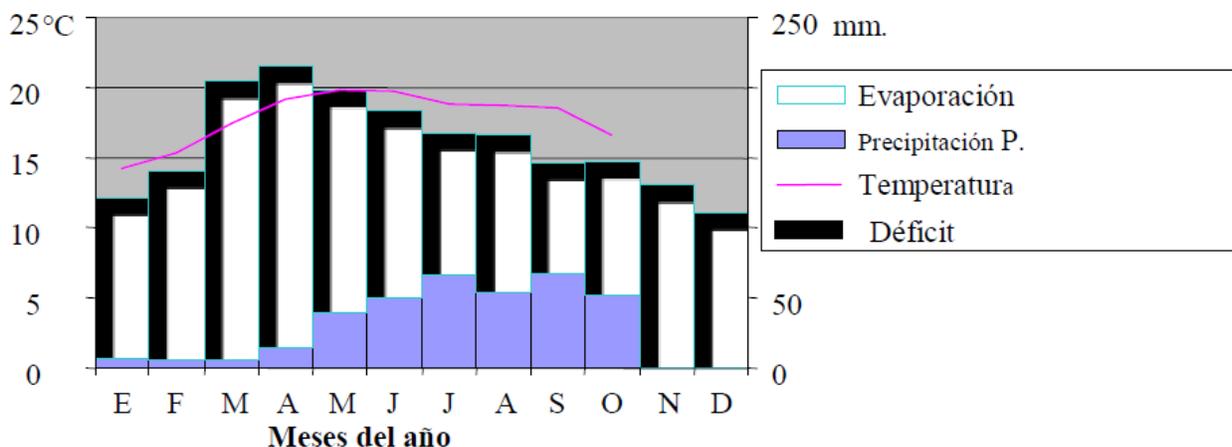
El municipio de Tepeji del Río de Ocampo en toda su extensión presenta una diversidad de climas que va desde el templado subhúmedo con lluvias en verano, hasta el semiseco templado, predominando el primero en la superficie municipal.

Específicamente, en el área de estudio se presenta el clima de tipo C(w1) (w)b(i)g, definido como templado subhúmedo con lluvias en verano y humedad media.

El clima es templado frío, con verano cálido, temperatura media anual de 16.45 C, con poca oscilación de temperatura. Con lluvias en verano, con precipitación pluvial anual de 593.46 mm.

El Clima templado, subhúmedo con lluvias en verano, que se desarrolla en las elevaciones de la Sierra Madre Oriental, su temperatura media anual es de 17.5° C, la máxima es en mayo con 21.2° C y la mínima en diciembre con 8.3° C. Tiene una precipitación total anual de 560mm, la cual presenta valores máximos en el mes de julio con 104.7 mm y es mínima en diciembre con apenas 7.2 mm.

Analizando la temperatura que se presenta en el área de estudio, así como la evaporación y la relación que existe con la precipitación y los intemperismos severos, se tiene en esta zona un déficit de agua, debido a que la evaporación es mayor que la precipitación esto se refleja en todas las estaciones meteorológicas, como se observa en el siguiente climograma. Gráfica



1. Climograma 1, Estación Tepeji

Clasificación del Clima

Para caracterizar los tipos de climas presentes en el municipio de Tepeji, se utilizó la clasificación de Koppen modificada por García, 1989, la cual se ubica en la carta de climas hoja México 1:1000 000, y en los efectos climáticos regionales hoja Ciudad de México, noviembre–abril, mayo–octubre, escala 1:250 000 información, de SEMARNAT–CNA. En la clasificación de los tipos de clima se utilizó la información de las estaciones meteorológicas que se observan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Estaciones Meteorológicas

Estación	Localización geográfica		Altitud (msnm.)
	Latitud norte	Longitud oeste	
Tepeji	19° 54' 08''	99° 20' 18''	2152

Fuente: INEGI Carta Topográfica 1997, 1:50,000, SEMARNAP-CNA 1999

En el cuadro 2, se observan los datos de la temperatura y la precipitación que se obtienen en las estaciones meteorológicas y las cuales son tomadas para el análisis del municipio.

Cuadro No. 2. Datos Climatológicos

Estación	Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)
Tepeji	15.80	704.50

Fuente: SEMARNAP-CNA 1999

Tipos de Clima

Templado subhúmedo C (w1) (w) b (i) g con lluvias en verano y humedad media. Presenta un verano fresco, la marcha de la temperatura es de tipo Ganges, la oscilación de la temperatura es entre 5 y 7° C, se localiza en un corredor que va desde el poblado Ojo de Agua hasta el sur del poblado de La Loma pasando por Tepeji y los cerros La Rosa, Nopal (ver carta de climas); es una zona con una altitud entre los 2 150 y 2 350 msnm, tiene una temperatura media anual entre los 12 y 13° C.

Presenta una temperatura media mensual máxima en junio de 18,9° C y una mínima de 12,3° C, en enero, se observa una precipitación aproximada de 750 mm. Entre junio y octubre se presenta el mayor volumen, siendo julio el mes más lluvioso y febrero el de menor precipitación.

El pastizal y bosque de encino es el tipo de vegetación que se encuentra en esta zona, los suelos son someros y de color negro.

III.2.1 Temperatura (mínima, máxima y promedio)

Es la medición promedio de la energía cinética que tienen las moléculas de un cuerpo (Castro Z, 1993), es un importante factor del clima en el desarrollo de los cultivos, la vegetación natural, la fauna, la estabilidad eco sistémica y en todos los procesos biológicos.

La ubicación latitudinal y altitudinal son dos elementos que contribuyen a que en el área de estudio, se presenten tres zonas térmicas: la primera se localiza al oeste del municipio en los cerros El Gavilán e Idolatría, donde es la zona más fría ya que la temperatura es menor a 12° C, la segunda es en el área ubicada al oeste del poblado de Tepeji a un lado de los cerros La Campana, Biznaga, Blanco y El Chino, en esta zona la temperatura media anual varía entre 12 y 13° C.

Finalmente, la tercera zona se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 14 y 15° C, la cual se ubica principalmente al este de la localidad de Tepeji hacia los cerros El Epazote y La Organera, así como en las mesas localizadas al sur de Santa María Quelites y noroeste del poblado de Tepeji. (Ver carta de climas).

Cuadro No. 3 Temperatura reducida

Estación	Temperatura (°C)	Elevación msnm	Temperatura reducida al nivel del mar °C
Tepeji	15,80	2152	29,78

Fuente: INEGI 1997, CNA 1999

Cuadro No. 4. Temperatura y Altitud

Isotermas	Altitud (msnm)	Isotermas	Altitud (msnm)
17	2274	13	2744
16	2339	12	2883
15	2497	11	2950
14	2574	10	3116

Fuente: CIEMAD 2002

Para determinar la altitud de cada una de las isotermas se promediaron los valores encontrados, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro No. 5. Temperatura y Altitud

Estación	Temperatura en a (°C)	Temperatura en b (°C)	Altitud en a (msnm)	Altitud en b (msnm)
Tepeji	29,78	15	2152	2463
		14		2630
		13		2796

Con estos valores y la carta topográfica de Tepeji del Río y Zumpango de Ocampo a escala 1:50 000 se procedió a trazar las isotermas, las cuales están representadas en la cartografía de climas.

De acuerdo con datos de la Estación Meteorológica de Tepeji del Río de Ocampo, la temperatura mínima promedio anual es de 8.1 C, la temperatura máxima promedio anual es de 24.9 C, y la temperatura media promedio anual es de 16.5 C.

III.2.2 Precipitación pluvial

Se refiere a la caída del agua líquida (lluvia), sólida (nieve, cellisca y granizo), hacia la superficie terrestre (García E., 1983), este elemento depende de la circulación general de la atmósfera, el contenido de humedad de los vientos, la distancia a los océanos, la temperatura del aire y la presencia de barreras montañosas.

Debido a las condiciones fisiográficas que presenta el estado de Hidalgo, se afecta al área de estudio por lo siguiente: al Noreste del estado se localiza la Sierra Madre Oriental, la cual funciona como una barrera orográfica a los vientos alisios de tipo cálido húmedo cargados de humedad y que vienen del Golfo de México, ya que al chocar éstos con la Sierra se elevan y precipitan su mayor porcentaje de agua en la región montañosa, originando una condición de semi aridez en el lado del barlovento al Noreste del municipio. Algunas masas de aire húmedo que circulan a grandes alturas y que logran pasar esta barrera, se precipitan en el Suroeste del municipio, originando esta circulación general de la atmósfera.

Para incrementar el número de isoyetas y determinar la ubicación en las diferentes zonas de precipitación, se realizó el trazo de líneas con igual precipitación, utilizando los valores de las estaciones climáticas y el método de Línea Guía (Ortiz, 1987), el cual consistió en trazar como su nombre lo indica una isoyeta intermedia con base en la línea guía y las dos isoyetas de valores conocidos.

Como se observa en la carta de climas la zona de menor precipitación, es decir la más seca con un valor menor a 600 mm, se ubica al noreste del poblado de Tepeji del Río, a los alrededores de la presa Requena y del poblado El Salto (Melchor Ocampo); en la segunda zona se presenta una precipitación mayor de 600 mm en el corredor Santiago Tlaltepoxco, Tepeji, Santiago Tlautla y Cañada de Madero, en la tercera zona este fenómeno meteorológico tiene un valor mayor a 700 mm y se ubica en una franja que va desde el Banco hasta la presa Taxhimay pasando por Vega de Madero y El Capulín.

La última franja que es la más húmeda por tener un valor mayor a 800 mm, se localiza en el corredor integrada por los cerros más altos como son El Gavilán, Las Peñas, El Escorpión y El Ocote. Por las condiciones anteriores en el municipio, la precipitación media anual varía de 550 a 800 mm tomando de referencia las diferentes estaciones climatológicas que existen en el área de estudio.

De acuerdo con datos de la Estación Meteorológica de Tepeji del Río de Ocampo, los meses de diciembre a marzo son los de menor precipitación pluvial, mientras que en los meses de junio a septiembre se presentan las mayores precipitaciones pluviales. La precipitación promedio anual es de 646.8 mm.

III.2.3 Dirección y velocidad del viento

El viento se caracteriza porque es un complejo de masas de aire en movimiento horizontal debido a las fuerzas de presión, fricción, coriolis, gravedad, forma y movimiento de la tierra (Arteaga, 1993), es una variable importante por múltiples razones, entre las que se puede señalar el transporte de polen, la polinización de las plantas y la transferencia de humedad de los océanos al continente.

El área de estudio, se ubica en una franja donde los vientos alisios húmedos que vienen del Golfo de México, con una dirección de Norte a Oeste descargan la mayor cantidad de agua en la Sierra Madre Oriental (2,350 mm). Ésta funciona como una barrera orográfica a la precipitación, llegando una cantidad menor de agua a Tepeji del Río (550-800 mm).

De acuerdo a la carta de Efectos Climáticos, escala 1:250 000 publicada por INEGI y a los datos de la Comisión Nacional del Agua, la dirección de los vientos dominantes, es de Noreste desde noviembre a abril, su frecuencia varía de 30 al 65 %, presentando un porcentaje de calmas de 14 a 43, su velocidad media es de 3.00 m/s y una intensidad del 71.50 %; de marzo a diciembre, los vientos vienen del Suroeste con una velocidad media de 2.2 m/s y 70 % de frecuencia con 40 de calmas, así como una intensidad de 28.50 % (Ver carta de climas)

III.3 INTEMPERISMOS SEVEROS

Granizadas

Se registran pocos días con granizo, de 2 a 5 entre mayo y octubre y de 1 a 2 en el lapso noviembre – abril.

Nevadas

En el municipio no se presentan días con nevadas.

Tormentas Eléctricas

Este fenómeno se presenta con mayor frecuencia entre los meses de abril y octubre (13 días) y es menor de noviembre a marzo (2 días).

Rocío

En el área de interés se tienen como máximo 95 días al año con formación de rocío, siendo más frecuente en los meses de julio a noviembre.

Neblina

En los meses de octubre a diciembre se presenta con mayor frecuencia este fenómeno, con un total de 35 días.

¿Los sitios o áreas que conforman la ubicación del proyecto se encuentran en zonas susceptibles a:
(NO) Terremotos (sismicidad)?

- (NO) Corrimientos de tierra?
- (NO) Derrumbes o hundimientos?
- (NO) Inundaciones? (historia de diez años)
- (SI) Pérdidas de suelo debido a erosión?
- (NO) Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos?
- (NO) Riesgos radiactivos?
- (NO) Huracanes?

IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente prescribe, en su artículo 28, que la realización de obras o actividades, públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señaladas en sus reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger el ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal o de, las entidades federativas o municipios según corresponda.

Tratándose de la terminal de almacenamiento y distribución de Gas L.P., en Tepeji del Río, Hidalgo, OSONYER STORAGE, en el Estado de Hidalgo, la determinación del ámbito competencial a que se refiere el precepto citado en el párrafo arriba mencionado, se sustenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que establece, en el párrafo cuarto del artículo 25, párrafo quinto del artículo 27, y párrafo séptimo del artículo 28". Que corresponde a la Nación el dominio directo de los recursos que en el propio numeral se enuncia, entre los que figura el petróleo ", disposición de la que emanó la Ley de Hidrocarburos que es Reglamentaria del párrafo cuarto artículo 25, párrafo séptimo artículo 27 y párrafo cuarto Artículo 28 Constitucional en materia de hidrocarburos, párrafo segundo declara que Las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, así como las actividades referidas en las fracciones II a V del artículo 2 de esta Ley, podrán ser llevadas a cabo por Petróleos Mexicanos, cualquier otra empresa productiva del Estado o entidad paraestatal, así como por cualquier persona, previa autorización o permiso, según corresponda, en los términos de la presente Ley y de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de cualquier otra regulación que se expida.

Adicionalmente en el artículo 28, la Comisión Nacional de Hidrocarburos, a petición del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo, podrá contratar a Petróleos Mexicanos, a cualquier otra empresa productiva del Estado o a una Persona Moral, mediante licitación pública, para que a cambio de una contraprestación preste a la Nación los servicios de comercialización de los Hidrocarburos que el Estado obtenga como resultado de los Contratos para la Exploración y Extracción.

Con independencia de lo dispuesto en el párrafo anterior, las facultades del Banco de México previstas en el artículo 34 de la Ley del Banco de México serán aplicables a cualquier persona que comercialice Hidrocarburos que se obtengan como resultado de Asignaciones o Contratos para la Exploración y Extracción e ingrese divisas al país, así como a Petróleos Mexicanos, sus empresas productivas

subsidiarias y cualquier otro Asignatario y en la fracción II, artículo 48 se señalan que la realización de las actividades siguientes requerirá de permiso conforme a lo siguiente; para el Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de Sistemas Integrados, que serán expedidos por la Comisión Reguladora de Energía, adicionalmente se señala en el artículo 49 que para realizar actividades de comercialización de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos en territorio nacional se requerirá de permiso. Los términos y condiciones de dicho permiso contendrán únicamente las siguientes obligaciones, fracción I, artículo 49, realizar la contratación, por sí mismos o a través de terceros, de los servicios de Transporte, Almacenamiento, Distribución y Expendio al Público que, en su caso, requiera para la realización de sus actividades únicamente con Permisos, fracción II, artículo 49, cumplir con las disposiciones de seguridad de suministro que, en su caso, establezca la Secretaría de Energía, fracción III, artículo 49, entregar la información que la Comisión Reguladora de Energía requiera para fines de supervisión y estadísticos del sector energético, y fracción IV, artículo 49, sujetarse a los lineamientos aplicables a los Permisos de las actividades reguladas, respecto de sus relaciones con personas que formen parte de su mismo grupo empresarial o consorcio, asimismo se indica en el artículo 50, que los interesados en obtener los permisos a que se refiere este Título, deberán presentar solicitud a la Secretaría de Energía o a la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, lo anteriormente expuesto indica que la prestación del servicio de almacenamiento y suministro de gas licuado de petróleo, es una materia cuya regulación, autorización y vigilancia está a cargo de la Federación.

Por otro lado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la distribución de competencias está expresada en su artículo 31, que deja en manos de las entidades federativas y de los municipios la evaluación de impacto ambiental en materias no comprendidas en el artículo 29 de la propia Ley, mismo numeral que enuncia distintas obras o actividades - reservadas a la Federación -, en las que no queda inscrito el almacenamiento y suministro de gas licuado de petróleo, amén de que tal actividad tampoco se adecua a las materias que el artículo 5º, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, confiere a la Federación, el precitado artículo 31 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se adjudica a la Federación las materias contempladas en el artículo 29, también supedita a la instancia federal, las reservadas en otras Leyes, petróleo a la luz del precepto constitucional y de los Ordenamientos señalados con anterioridad, queda inscrito en el marco de competencia federal, en la fracción I, del artículo 7º, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, se señala que los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5º., serán los siguientes: Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia; El marco jurídico regulador de los usos del suelo reposa, en primera instancia, en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, cuyo artículo 27, en su párrafo tercero, consagra la autoridad de la Nación para imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, mediante el establecimiento de las medidas

necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques. El artículo 73, fracción XXIX-C de la propia Constitución, otorga al Congreso Federal facultades para expedir las Leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los Estados y de los Municipios en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de asentamientos humanos. Por otra parte, el artículo 115 adjudica al Municipio atribuciones para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; intervenir en la regulación de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones, y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas. Para proveer al cumplimiento de los fines previstos en el párrafo tercero del artículo 27 de la Ley Fundamental, y emanada del citado artículo 73, fracción XXIX-C de la misma Carta Magna, la Ley General de Asentamientos Humanos, que entró en vigor el 22 de julio de 1993, en su artículo 9°, en consonancia con lo dispuesto por el ya citado artículo 115 constitucional, deja en la esfera competencias de los Municipios, entre otras, las siguientes atribuciones:

- Formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano, de centros de población y de los demás que de éstos se deriven, así como evaluar y vigilar su cumplimiento.
- Formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano, de centros de población y de los demás que de éstos se deriven, así como evaluar y vigilar su cumplimiento.
- Regular, controlar y vigilar las reservas, usos y destinos de áreas y predios en los centros de población.
- Administrar la zonificación prevista en los planes o programas municipales de desarrollo urbano, de centros de población y los demás que de éstos se deriven.

De lo anteriormente se identifican y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal tales como:

IV.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Poder Ejecutivo Federal.

Numeral IV.2 del Plan de acción: eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país.

Para hacer frente a los retos antes mencionados y poder detonar un mayor crecimiento económico, México Próspero está orientado a incrementar y democratizar la productividad de nuestra economía.

Lo anterior con un enfoque que permita un acceso global a los factores de la producción.

Es decir, la presente Administración buscará eliminar trabas que limiten la capacidad de todos los mexicanos para desarrollar sus actividades con mejores resultados.

Llegó la hora de cambiar el curso del desarrollo nacional hacia uno donde el crecimiento económico vaya acompañado de la equidad social y esté guiado por el goce pleno de los derechos fundamentales de toda la población.

En primer lugar, se plantea conducir una política hacendaria responsable que contribuya a mantener la estabilidad macroeconómica del país.

Esto requiere establecer instrumentos para hacer un uso más eficiente del gasto público, que mitiguen los riesgos de volatilidad a los que están expuestas las finanzas públicas y fortalezcan los ingresos públicos. Mediante la prelación en la ejecución de los programas que tienen un mayor impacto en el desarrollo de la población y un mejor uso de los recursos públicos, se podrá contar con un gobierno más eficaz. Además, se deberán desarrollar mecanismos de evaluación sobre el uso efectivo de recursos públicos destinados a promover y hacer vigente la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres.

Como una vía para incrementar la productividad, se propone promover el uso eficiente de los recursos productivos de la economía. Particularmente el acceso a financiamiento, la productividad en el empleo y el desarrollo sustentable. En específico, se planea democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento. Para ello, se propone incrementar la competencia en el sector financiero a través de una reforma integral que lo fortalezca, al tiempo que preserve su estabilidad, mediante una mejora al régimen de garantías y mayor certidumbre en el marco regulatorio, se buscará que las empresas con potencial productivo reciban más crédito por parte de las instituciones financieras del país, paralelamente, se llevara a cabo un esfuerzo por promover la inclusión financiera, de tal manera que los beneficios que ofrece el sistema financiero formal se extiendan a todos los mexicanos.

Para robustecer el papel de la Banca de Desarrollo como una palanca de crecimiento, ésta deberá completar mercados, potenciar los recursos del Gobierno de la República y utilizarlos como inductores de la participación del sector privado de forma eficiente. En este sentido, también buscará promover la participación de dicho sector en planos estratégicos de la economía, como la infraestructura, el campo y las pequeñas y medianas empresas. Además, se impulsará que la Banca de Desarrollo cuente con mayor flexibilidad regulatoria y financiera para cumplir con un mandato de fomentar la expansión del crédito.

Asimismo, la Banca de Desarrollo deberá incentivar la integración de las mujeres al sistema financiero a través de una mayor educación en la materia y el desarrollo de productos que se adecuen a sus necesidades. La participación en el sistema financiero les permitirá ser más productivas y acotar las brechas de género existentes.

Para un México Próspero se debe consolidar, de manera gradual y permanente, un marco de respeto que equilibre los efectos de la producción a efecto de promover el empleo de calidad, sin descuidar la protección y garantía de los derechos de los trabajadores y del sector patronal.

En particular, se establecerán incentivos para abatir la informalidad propiciar que los trabajadores puedan acceder a empleos formales más productivos y mejor remunerados, con especial en la participación de la

mujer en la economía formal. Además, el fortalecimiento de la infraestructura de guarderías o el fomento de modalidades flexibles pueden incrementar la participación de las mujeres en la fuerza laboral.

Para impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo de manera eficaz. Por ello, se necesita hacer del cuidado del medio ambiente una fuente de beneficios palpable. Es decir, los incentivos económicos de las empresas y la sociedad deben contribuir a alcanzar un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el desarrollo de actividades productivas, así como retribuir a los propietarios o poseedores de los recursos naturales por los beneficios de los servicios ambientales que proporcionan. La sustentabilidad incluye el manejo responsable de los recursos hídricos, el aumento de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como la infraestructura hidroagrícola y de control de inundaciones.

Se planea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Esto implica aumentar la capacidad del Estado para asegurar la provisión de petróleo crudo, gas natural y gasolinas que demanda el país; fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas; además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en temas prioritarios para el sector energético.

La productividad de una economía no sólo depende de la disponibilidad y de la calidad de los insumos de producción, sino también de la manera en que éstos interactúan. En este sentido, es fundamental garantizar reglas claras que incentiven el desarrollo de un mercado interno competitivo, donde la principal fuente de diferenciación entre las empresas, radique en la calidad y precio de sus productos y servicios. Se privilegiará una regulación que inhiba las prácticas monopólicas e incentive a las empresas a producir mejores productos y servicios de una manera más eficiente.

Por otra parte, el gobierno tiene la obligación de impulsar la productividad aun en ausencia de las reformas estructurales. Por ello, la presente Administración buscará facilitar y proveer las condiciones propicias para que florezcan la creatividad y la innovación en la economía. El uso de las nuevas tecnologías de la información y una mejora regulatoria integral que simplifique los trámites que enfrentan los individuos y las empresas permitirá detonar un mayor crecimiento económico.

La presente Administración también buscará establecer políticas sectoriales y regionales que definan acciones específicas para elevar la productividad en todos los sectores y regiones del país. Para este fin, se propone establecer una política eficaz de fomento económico, ampliar la infraestructura e instrumentar políticas sectoriales para el campo y el sector turístico. Asimismo, es necesario entender y atender las causas que impiden que todas las entidades federativas del país aprovechen plenamente el potencial de su población y de sus recursos productivos.

Se propone una política de fomento económico con el fin de crear un mayor número de empleos, desarrollar los sectores estratégicos del país y genera más competencia y dinamismo en la economía. Se buscará

incrementar la productividad de los sectores dinámicos de la economía mexicana de manera regional y sectorialmente equilibrada.

Para ello, se fortalecerá el mercado interno, se impulsará a los emprendedores, se fortalecerán las micro, pequeñas y medianas empresas, y se fomentará la economía social a través de un mejor acceso al financiamiento.

Incrementar y democratizar la productividad también involucra contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica y que genere una logística más dinámica. Esto se traduce en líneas de acción tendientes a ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos del transporte, mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia promover un mayor uso del transporte público en sistemas integrados de movilidad, así como garantizar más seguridad y menor accidentabilidad en las vías de comunicación. Asimismo, se buscará propiciar una amplia participación del sector privado en el desarrollo de proyectos de infraestructura a través de asociaciones público-privadas.

IV.2. Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados (general del territorio, regional, marino o locales).

El municipio de Tepeji del Río, registra antecedente en el esquema de ordenamiento ecológico, en dos programas; a escala estatal perfila como usos predominantes agrícola y flora y fauna, compatible con el pecuario, turismo, forestal, y condicionado para el urbano, industrial, infraestructura y minero.

Desde el contexto regional Tula-Tepeji, para Tepeji del Río se proponen como usos la agricultura de riego y de temporal; área natural protegida; flora y fauna; forestal; minería; pecuario; urbano; y la existencia de cuerpos de agua. Estos usos propuestos, se perfilan bajo las políticas de aprovechamiento en esquemas que favorezcan la conservación y restauración de los recursos naturales; asimismo están encaminados a la restauración principalmente para su conservación y protección.

De tal forma, que, con la realización del Ordenamiento Ecológico Territorial Local del municipio de Tepeji del Río, se propone un modelo de mayor detalle, que brinde certidumbre de una manera ordenada al desarrollo del municipio.

Esto permite el desarrollo del proyecto ya que siendo de tipo industrial, se ubica en terrenos propuestos para uso industrial, inmersos en el Corredor Industrial Tepeji.

V. DESCRIPCION DEL PROCESO

DESCRIPCION DEL PROCESO

Un esquema resumido del proceso de recepción de Gas L. P., almacenamiento y reparto o llenado de autotanques (fulles de doble autotanque) se presenta en la siguiente figura.

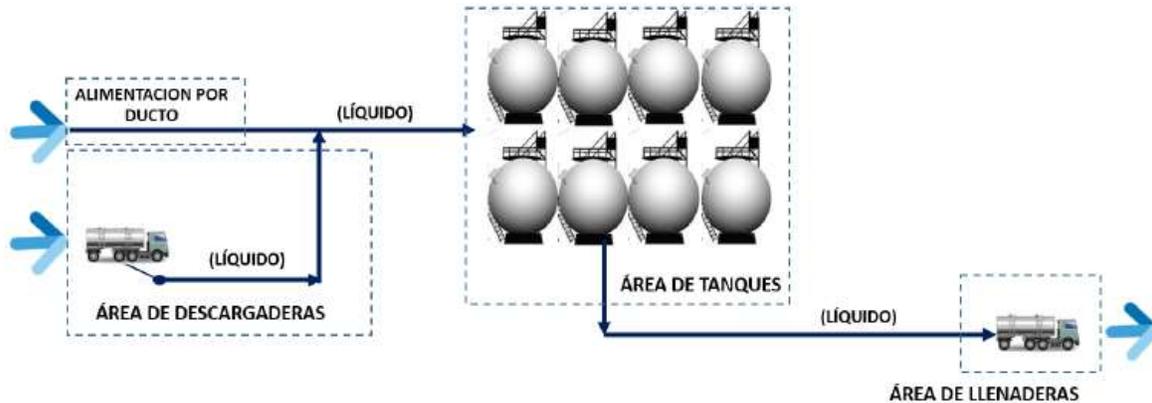


Figura I.2. Diagrama general de bloques la Terminal.

Las ocho (8) esferas de almacenamiento estarán interconectadas por dos cabezales de recuperación de vapores de 4" de diámetro, cada esfera podrá ser aislada del cabezal por medio de la válvula de seguridad SDV de cada esfera, en caso de que haya alguna emergencia.

El inventario operacional disponible de cada esfera será de 20,000 bbls y con todas las esferas llenas de 160,000 bbls.

Las áreas de la Terminal que son parte del alcance de este estudio son las siguientes:

- Área de Patín de medición y regulación de flujo del LPGducto hacia la Terminal.
- Área de descargaderas de fulles hacia Esferas de Almacenamiento.
- Área de Tanques Esféricos de Almacenamiento.
- Área de Casa de Bombas para envío de gas licuado a llenaderas.
- Área de Casa de Bombas para envío de gas licuado de área de descargaderas de fulles a esferas de almacenamiento.
- Área de llenaderas a fulles.

- Cuarto de Control.
- Edificios Administrativos

V.1 Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base en las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL LUGAR.

Toda la información aquí especificada se usará como referencia para el desarrollo de la ingeniería de la nueva terminal de almacenamiento de LPG.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS GENERALES.

En el municipio de Tepeji del Río en toda su extensión, se presenta una diversidad de climas desde el templado subhúmedo con lluvias en verano, hasta semiseco templado, predominando el primero en el área de Tepeji. Los datos meteorológicos indicados en el presente documento, corresponden a los reportados en la estación meteorológica No 13089, ubicada en de Tepeji del Río.

DATOS METEOROLÓGICOS.

- TEMPERATURA AMBIENTE

No	PARAMETRO	VALOR
1	Temperatura Máxima :	25.3
2	Temperatura Promedio :	16.7
3	Temperatura Minina :	8.1

Valores reportados por el Servicio Meteorológico Nacional para el periodo 1981 a 2010.
(<http://200.4.8.20/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=hgo>).

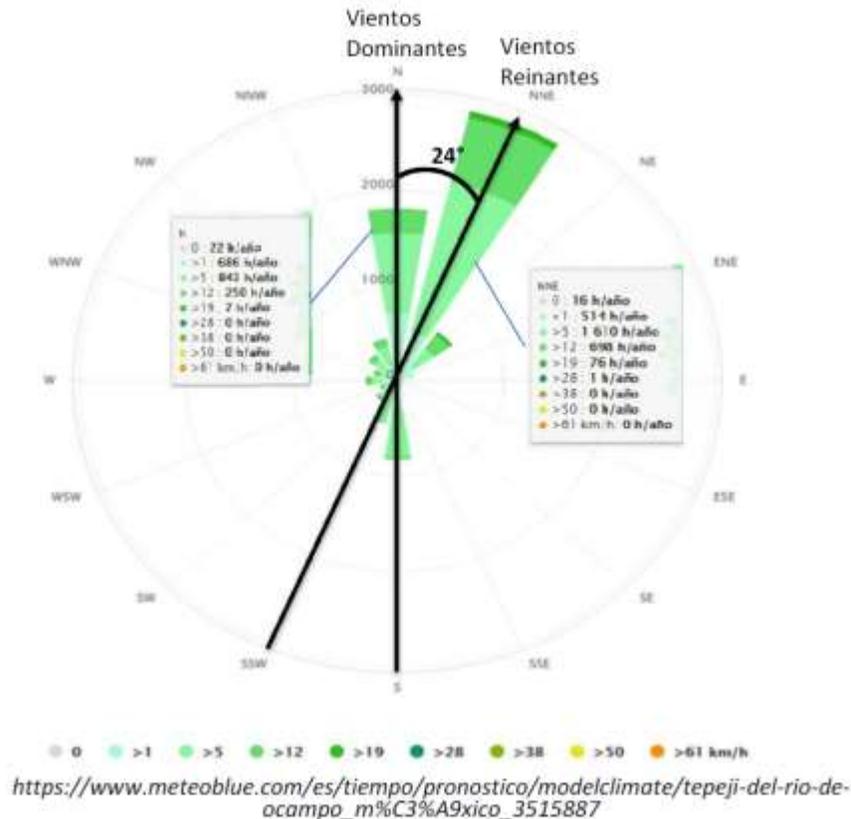
- HUMEDAD RELATIVA.

No	PARAMETRO	VALOR
2	Humedad Media	57.0%
3	Humedad Minina :	7.0%
4	Número de días con lluvia al año.	89.8

Valores reportados en el Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo Clave geoestadística 13063, 2009.

- DIRECCION DE LOS VIENTOS.

Conforme a resultados obtenidos de la rosa de los vientos para el área de Tepeji del río, se puede observar que los vientos dominantes se encuentran con dirección al norte con una velocidad máxima de 19 Km/h, así como los vientos Reinantes se ubican al NNE con una velocidad máxima de 28 Km/h.



- NEVADAS

No existen registros de nevadas.

- SISMOS

El diseño por sismos deberá efectuarse conforme a los procedimientos y parámetros establecidos en el manual de diseño de obras civiles de la CFE, para área sísmica tipo “B”.

CRITERIOS GENERALES.

Bases y Criterios de Diseño de Aplicación General.

CRITERIOS DE LA ESPECIALIDAD DE PROCESO

Velocidad Máxima para gases en tuberías acero a carbón

Servicio	Unidades	Descripción
LPG	FT/SEG	5.0 – 15 ft/seg

Caída de presión unitaria típica (ΔP , psi por 100 ft de longitud equivalente de tubería)

Rango	Unidades	Descripción
1.0	Psi /100 ft	Rango de caída de presión típico

CRITERIOS DE LA ESPECIALIDAD DE INSTRUMENTOS.

Válvulas de control.

Las válvulas de control se especificaran del tipo bola, así como se especificaran de la misma marca los electroposicionadores, de no ser posible, deben asegurarnos la compatibilidad para los diagnósticos avanzados del posicionador hacia la válvula.

Transmisores de flujo.

Los instrumentos de medición deberán ser del tipo colicolis y desplazamiento positivo.

Transmisores de nivel.

Deben de ser de radares de onda guiada, de insercion con protocolo Hart ó 4-20 mA, se aceptará presión diferencial.

Interruptores de presión.

Si la aplicación de los interruptores es para indicar una alarma o activar una secuencia, debe tener diferencial fija y la mínima posible, si la aplicación es para control (arrancar o parar una bomba), la diferencial deberá ser ajustable dentro del rango requerido por la aplicación.

Medición de temperatura.

Para la medición de temperatura que requiera transmisión de señal se usarán transmisores de temperatura con RTD o Termopar integrado y Protocolo Hart ó 4-20 mA.

CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO.

Código para clasificación de áreas.

El código para clasificación de áreas está contenido en la norma NRF-036-PEMEX-2010, NRF-048-PEMEX-2014.

Resistividad eléctrica del terreno.

Medición por el Contratista. Resultados de acuerdo a la norma NOM-001-SEDE-2012.

Características de la alimentación a motores.

La acometida de la alimentación será a base de charolas y tubería conduit.

Nivel de voltaje para alumbrado e instrumentos.

La tensión para alumbrado será 220 Volts y 3 fases.

La tensión para instrumentos de control será de 120 Volts y 1 fase.

La alimentación para alumbrado será en charolas y aérea para instrumentación electrónica.

Alumbrado y contactos.

La instalación de alumbrado exterior y sistema de contactos debe cumplir con la norma NOM-001- SEDE-2012 y la NRF-048-PEMEX-2007.

El contratista debe considerar la instalación de un circuito eléctrico con un contacto trifásico de 220/127 VCA en cada nivel como mínimo.

El contratista debe considerar la instalación de un circuito eléctrico con dos contactos trifásicos de 480 VCA en el nivel inferior como mínimo.

Secciones de arrancadores de baja y media tensión.

Se requiere que los arrancadores requeridos para los motores del nuevo tren de desmineralización sean suministrados por intercambiabilidad del mismo tipo y marca de los instalados en la subestación eléctrica de la casa de fuerza, debiendo cumplir con la normatividad aplicable.

Red de tierras y pararrayos.

La red de tierras y pararrayos debe diseñarse cumpliendo lo establecido en la norma NOM-001-SEDE- 2012 y debe quedar de acuerdo a la normatividad aplicable.

Cables de energía.

Los cables de energía deben cumplir con la norma GNT-SNP-E009-2005. Motores.

Los motores que se adquieran en este proyecto deben cumplir con la normatividad aplicable.

CRITERIOS DE INGENIERIA DE TUBERÍAS.

Soportes de tubería y trincheras.

Solamente se permite el uso de trincheras en caso de que sea estrictamente necesario; en cuanto a los soportes, éstos serán de concreto.

Drenajes.

Dentro de límite de batería se tendrán los siguientes tipos de drenajes:

- a) Aceitoso
- b) Químico

V.1.1 CRITERIOS DE INGENIERIA DE CIVIL.

Cimentaciones

Las cimentaciones para estructuras en general se diseñaran de concreto reforzado desplantadas a las profundidades que se recomienden en el estudio de mecánica de suelos.

Amenos que se tenga otra indicación en los planos, el nivel para desplante de tanques, equipos y estructura de acero serán los siguientes:

Cimentación de equipos.

La carga de diseño será la mayor de las siguientes: carga por fricción, fuerza de Expansión térmica y viento o sismo.

Fuerza de fricción = Factor de fricción x Peso de operación en el apoyo deslizante.

SUPERFICIES	FACTOR DE FRICCION	FACTOR DE FRICCION
Acero con acero:		0.30
Acero con concreto		0.55
Grafito sobre Acero:		0.15
Grafito sobre Grafito:		0.15
Lubrite o Teflón con acero:		
-A una temperatura menor que 260o C:		0.15
-A una temperatura mayor que 260o C:		0.10

Drenajes

Drenaje aceitoso

El indicado en proyecto.

Concreto.

1.	En estructura y cimentación de edificios, cimentación de equipo y bombas de hasta 30 H.P.:	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
2.	En Guarniciones, Registros y losas de piso.	$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.
3.	En Ductos eléctricos:	$f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.
4.	En plantillas de cimentaciones:	$f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

Cemento.

1.	En estructuras y cimentaciones no cercanas al nivel freático:	ASTM C-250 Tipo I
2.	En estructuras y cimentaciones cercanas al nivel freático o en contacto con el agua:	ASTM C-250 Tipo II

Acero de Refuerzo.

1.	Acero de refuerzo:	ASTM-A-615 grado 60, con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ para varillas # 2.5 al # 12
2.	Malla electrosoldada (sólo en firmes de concreto):	ASTM-A-185

No. Comb.	Combinaciones de carga para diseño de elementos y cimentaciones de concreto y sus factores de carga correspondientes según el ACI 318-02 en su inciso 9.2	
20.	$1.2CM + 1.6CV + 0.5CVA$	Combinaciones de servicio cargas permanentes
21.	$1.2CM + CV + 1.6CVA$	Ec 9-1 Para edificios
22.	$1.2CM + 1.2EOy + 1.2CT$	Ec 9-3 " "
23.	$1.2CM + 1.2EOy + 1.2CF$	Ec 9-2 Para equipos y tuberías
		" Para tanques y diques

No. Comb.	Combinaciones de carga para diseño de elementos y cimentaciones de concreto y sus factores de carga correspondientes según el ACI 318-02 en su inciso 9.2	
24.	$1.2CM + 1.45x + 0.42Sz + 0.5CV$	Combinaciones de servicio cargas accidentales
25.	$1.2CM + 0.425x + 1.45z + 0.5CVE$	Ec 9-5 Para edificios,
26.	$1.2CM + 1.45x - 0.42Sz - 0.5CVE$	" "
27.	$1.2CM + 0.425x - 1.45z - 0.5CVE$	" "
28.	$1.2CM + 1.2EOy + 1.45x + 0.42Sz$	Ec 9-5 Para equipos y mochetas tuberías
29.	$1.2CM + 1.2EOy + 0.425x + 1.45z$	" "
30.	$1.2CM + 1.2EOy - 1.45x - 0.42Sz$ "	" "
31.	$1.2CM + 1.2EOy - 0.425x - 1.45z$ "	" "
32.	$1.2CM + 1.2CEV + 1.6Vx$ Ec 9-4 "	Ec. 9-4 "
33.	$1.2CM + 1.2CEV + 1.6Vz$ "	" "
34.	$0.9CM + 1.45x + 0.42Sz$	Ec. 9-7 Para edificios tuberías y equipo
35.	$0.9CM + 0.425x + 1.45z$ "	" "
36.	$0.9CM - 1.45x - 0.42Sz$ "	" "
37.	$0.9CM - 0.425x - 1.45z$ "	" "
38.	$0.9CM + 1.6Vx$ Ec 9-6	Ec. 9-7 Para edificios tuberías y equipo
39.	$0.9CM + 1.6Vz$	" "

No. Comb.	Combinaciones de carga para diseño de elementos de acero estructural.	
40.	$0.75CM + 0.38CV + 0.75Sx + 0.22Sz$	Combinaciones de servicio cargas accidentales
41.	$0.75CM + 0.38CV + 0.22Sx + 0.75Sz$ "	Plataformas de operación
42.	$0.75CM + 0.38CV - 0.75Sx - 0.22Sz$ "	"
43.	$0.75CM + 0.38CV - 0.22Sx - 0.75Sz$ "	"
44.	$0.75CM + 0.75EOy + 0.75Sx + 0.22Sz$	Soportes de tuberías
45.	$0.75CM + 0.75EOy + 0.22Sx + 0.75Sz$	"
46.	$0.75CM + 0.75EOy - 0.75Sx - 0.22Sz$	"
47.	$0.75CM + 0.75EOy - 0.22Sx - 0.75Sz$	"
48.	$0.75CM + 0.75EV + 0.75Vx$	"
49.	$0.75CM + 0.75EV + 0.75Vz$	"

NORMAS, CÓDIGOS Y ESPECIFICACIONES APLICABLES.

Para la ejecución de todas las etapas del proyecto, se considera desarrollar los trabajos a desarrollar con las normas y procedimientos siguientes:

CONCEPTO	NORMATIVIDAD
Recipientes a Presión	A.S.M.E.
Tubería	ASME/A.N.S.I. B 31.3., A.P.I.
Edificios	ACI-318-2002-AISC 9ª Edición.
Electricidad	NOM, ANSI, NEMA, NEC, PEMEX, API, NRF y especificaciones del IMP
Calentadores	ASME, NFPA, API
Ruido	PEMEX
Contaminación	PEMEX
Seguridad	NOM, PEMEX, NFPA
Cambiadores	TEMA, ASME, ANSI
Instrumentación	ISA, NOM, PEMEX.
Estructuras de concreto:	a) American Concrete Institute (A.C.I. 318S-05)
Estructuras de acero.	a) Para la selección de perfiles estructurales: Manual de Construcción en Acero, Instituto Mexicano de la Construcción en Acero (I.M.C.A) 4ª edición. b) American Institute of Steel Construction (A.I.S.C.) 9ª edition. c) American Welding Society, A.W.S. D1.1:M2000 Structural Welding Code-Steel.
Diseños por viento:	Manual de Diseño de Obras Cíviles, Diseño por Viento, Comisión Federal de Electricidad (M.D.O.C.-C.F.E.) última edición.
Diseños por sismo:	Manual de Diseño de Obras Cíviles, Diseño por Sismo, Comisión Federal de Electricidad, (M.D.O.C.-C.F.E.) última edición.

De forma específica se utilizarán las siguientes normas:

NORMA	TITULO
NOM-003-SEDEG-2004	Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
NOM-013-SCFI-1993	Instrumentos de medición - Manómetros con elemento elástico Especificaciones.
NOM-015-SECRE-2013	Diseño, construcción, seguridad, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de gas licuado de petróleo mediante planta de depósito o planta de suministro que se encuentran directamente vinculados a los sistemas de transporte o distribución por ducto de gas licuado de petróleo, o que forman parte integral de las terminales terrestres o marítimas de importación de dicho producto.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Norma que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su periodo de medición.
NOM-086-SEMARNAT-SENER-2005	Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles, líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.
NOM-124-SEMARNAT-1999	Especificaciones de protección ambiental para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de los diferentes tipos de estaciones de servicios.
NOM-003-SECRE-2002	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-044-SEMARNAT-2005	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales.
NOM-045-SEMARNAT-2003	Establece los límites máximos permisibles de opacidad en el humo proveniente de escape de vehículos automotores nuevos y en circulación que utilizan diésel como combustible.

NORMA	TITULO
NOM-047-SEMARNAT-1993	Establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la seguridad de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de vehículos automotores en seguridad, que usan gasolina, Gas Licuado de Petróleo, Gas Natural y otros combustibles alternos.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos de auto transporte en seguridad y sus métodos de medición.
NOM-064-SCFI-2000	Luminarias para uso en interiores y exteriores – Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

V.1.2 Proyecto Mecánico

Al igual que el proyecto civil las especificaciones del proyecto mecánico se basaron en Códigos Internacionales

(ASME, ASTM, API, ANSI, NFPA) donde se detalla el proceso para la instalación de maquinaria y equipos. El

diseño mecánico de los equipos atendió los aspectos de seguridad vigentes y cuenta con los medios necesarios para preservarla, así como la conservación y protección del entorno ambiental a lo largo de su vida útil. Los criterios de diseño empleados en la ingeniería de detalle incluyen normas, estándares y especificaciones internacionales que a continuación se citan:

Tabla I.1. Principales criterios de diseño empleados en el alcance mecánico del presente proyecto.

Número	Descripción
NORMAS ELECTRICAS Y DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION	
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
ANSI	American National Standards Institute
NEC	National Electrical Code
IEEC	Institute of Electrical and Electronic Engineers
NESC	National Electrical Safety Code
ASTM	Recipientes sujetos a presión, tuberías, accesorios, bridas.
ASME	American Society of Mechanical Engineers ASME Código de recipientes de presión y calderas Sección I, Calderas; ASME B16.1, Bidas de tuberías de hierro forjado y empaques bridados; ASME B16.5, Bidas de tuberías de acero y empaques bridados; ASME B16.9, Empaques para soldadura a tope de acero forjado hechos en fábrica; ASME B16.11, Empaques de acero forjado, soldadura y roscado de los tubos;
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas Funcionamiento-Condiciónes de seguridad
MATERIALES	
ASTM	American Society for Testing and Materials NACE National Association of Corrosion Engineers
NACE	National Association of Corrosion Engineers
BOMBAS Y TUBERIAS	
ANSI	American National Standards Institute ANSI B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings, Steel Nickel Alloy and other Special Alloys; ANSI B16.9 Factory Made Wrought Steel Butt welding Fittings, ANSI B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids.
API	American Petroleum Institute API-5L Line Pipe; API-6D Specification of Pipeline Valves (Gate, Plug, Ball, and Check Valve); API-1104 Standard for Welding Pipelines and Related Facilities,

Tabla I.1. Principales criterios de diseño empleados en el alcance mecánico del presente proyecto (continuación).

Número	Descripción
INSTRUMENTACION	
ISA	Instrument Society of America
UL	Underwriter Laboratories
MISCELANEOS	
NFPA	National Fire Protection Association
AWS	American Welding Society
ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Concrete
MSS	Manufactures Standarization Society of Valves and Fitting Industry
LINEAMIENTOS AMBIENTALES, SEGURIDAD Y CALIDAD	
EPA	Enviromental Protection Agency
OSHA	Ocupational Safety Health Association
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
ISO 9001	International Standard Organization, Sistemas de Gestión e Calidad

V.1.3 Proyecto Eléctrico

Las instalaciones estarán conectadas a la alimentación eléctrica proveniente de la línea de distribución conectada a la Comisión Federal de Electricidad. El diseño de las instalaciones eléctricas de la Terminal está

basado en la norma NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización) y NOM-022-STPS-2008 y/o su última edición del 2015 referente a Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad,

donde se consideró los siguientes aspectos:

- Subestaciones eléctricas.
- Diseño de las características eléctricas de las protecciones interruptoras.
- Características del sistema de suministro de alta tensión.
- Características del sistema de suministro de baja tensión.
- Tensiones de utilización.
- Alumbrado.
- Instrumentos.
- Características de los conductores de baja tensión.
- Áreas de ambientes especiales.
- Tierras físicas.
- Sistema de pararrayos.
- Mantenimiento.

V.1.4 Proyecto Sistema Contra Incendio

SISTEMAS DE AISLAMIENTO

Los principales sistemas de aislamiento con que contará la Terminal son los siguientes:

- Válvulas de Corte MOV's
- Válvulas internas de Corte de Seguridad (Exceso de Flujo).
- Sistema de Paro de Emergencia (PDE).
- Sistema de Diques

Válvulas de Corte MOVs

Todas las esferas de almacenamiento contarán en sus líneas de entrada (alimentación) o salida de gas L. P. con válvulas de corte MOV's. Cabe destacar que estas válvulas son en esencia usadas para propósitos operacionales para hacer el movimiento y trasiego del Gas L. P. entre tanques o para transferir este material de las llenaderas a las esferas y de las esferas a las descargaderas.

Válvulas Internas de Corte de Seguridad (Sistema Vickers)

Asimismo, todas las esferas de almacenamiento cuentan con Válvula Interna de Corte de Seguridad pertenecientes al Sistema Vickers ubicadas en cada una de las líneas de entrada y salida a las esferas. Este

sistema permitirá en caso de un eventual (accidental) escape o liberación de producto al ambiente, el mitigar la cantidad de flujo que pudiera liberarse al ambiente.

Sistema de Paro de Emergencia (PDE)

Se contará con un sistema de paro por emergencia mediante un Controlador Lógico Programable (PLC) dedicado a funciones de seguridad e independiente al control de procesos (SCD), también denominado genéricamente como Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) y que se ubicará físicamente este PLC en el cuarto de Control (SCD/Telecomunicaciones). Este PLC se configurará y programará para ejecutar la lógica según la matriz de causa/efecto que se defina para estos sistemas de seguridad o protección conforme a cálculos de la Selección y Verificación del Nivel de Integridad de Seguridad (NIS o SIL por sus siglas en ingles).

Las causas por la cual el sistema de paro por emergencia se activa puede ser cualquiera de las siguientes:

- Activación de un botón pulsador PDE.
- Detección de fuego o mezcla de gases explosivos.
- Escape o Liberación de Gas L. P. al ambiente ya sea por detección de baja presión, mayor flujo, menor flujo según los resultados de la Selección y Verificación del SIL de estos sistemas

El paro por emergencia de la planta de almacenamiento se podrá también realizar en las áreas en contingencia por medio de las botoneras del sistema de paro por emergencia. El operador deberá comunicar a la estación de bombeo ubicada aguas arriba de la planta para poder detener el suministro de Gas LPG y evitar que se genere un riesgo innecesario en la estación y en el gasoducto en el caso que la emergencia o escape de Gas L.P. se presente cuando se esté llenando esferas por LPGducto.

Sistema de Diques

La Terminal contará con dique alrededor de las esferas de almacenamiento el cual se ha diseñado para contener la mayor parte del producto que se pudiera derramar o escapar al ambiente en alguna de estas esferas tal que dicho dique aminore o reduzca el área de dispersión del Gas L.P. y pueda contenerlo este volumen de gas liberado al ambiente dentro del entorno o área de diques que circunscriben a las esferas.

Se

estima una altura promedio de este sistema de diques de entre 1.30 a 1.80 metros de alto.

SISTEMA CONTRA INCENDIO

El sistema de protección contra incendio instalado de esta Terminal considera los criterios del NFPA-20 y estará conformado por detectores de propano y butano (mezcla explosiva), los cuales estarán instalados en espacios y áreas en donde se puedan presentar situaciones de riesgo que sean un peligro para el personal, la instalación y/o el medio ambiente. El sistema contra incendio contará con bombas eléctricas y una de combustión interna cada una automatizadas con la secuencia de arranque y paro en base a la NFPA 20, también se instalará una bomba jockey la cual mantiene presurizada la red contra incendio a 7.0 kg / cm² (man), asegurando con ello una respuesta inmediata a cualquier contingencia por fuga de Gas L. P.

Sistema contra incendio (hidrantes y bombas).

La Terminal de Tepeji del Río contará con una red de tubería contra incendio distribuida como tubería subterránea, aérea, a nivel de piso, aéreo y cruzara por todas las áreas de la terminal haciendo anillos cerrados de tubería que rodearán a los recipientes de almacenamiento (esferas). La red de agua contra incendio se conforma de tuberías formando anillos o circuitos, diseñados para conducir exclusivamente agua contra incendio a los puntos necesarios, en los cuales se encuentran instalados los dispositivos para salida de agua, tales como hidrantes, monitores y sistemas de aspersión. Se contará con válvulas de seccionamiento y conexiones para servicio y mantenimiento, localizadas estratégicamente para aislar tramos de tubería sin dejar de proteger ninguna de las áreas o equipos que lo requieran. La red contra incendio contará con diversos

diámetros que van desde 3" para varios tipos de anillos de aspersión hasta 16" para cabezales generales de descarga de bombas contra incendio, suministro de agua contra incendio a sistemas de aspersión en esferas de almacenamiento.

En general esta red contará con los siguientes equipos y dispositivos:

Hidrantes: Dispositivo para salida de agua integrado a la red contra incendio, con una o dos tomas de 2 ½” de diámetro para conectar mangueras. Se contará con varios hidrantes distribuidos alrededor de las instalaciones.

Monitores: Dispositivo con boquilla de 2 ½” de diámetro y regulable para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de neblina, con mecanismos que permiten girar la posición de la boquilla 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal, pudiéndose mantener estable en la posición seleccionada.

Hidrante-monitor: Dispositivo para salida de agua que integra los accesorios de los hidrantes y monitores.

En el Apéndice “D” se presenta el plano del Sistema Contraincendio”.

Sistemas de aspersores

El centro de trabajo se tendrán un sistema de aspersores en las siguientes áreas: esferas de almacenamiento, llenaderas y descargaderas, patín de medición.

En el Apéndice “E” se presenta el plano de Aspersión Contraincendio”.

Almacenamiento de Agua Contraincendio

La Terminal contará con una cisterna de almacenamiento de agua contra incendio TA-9901 que tendrá capacidad para almacenar agua contra incendio para atender la demanda de agua contra incendio del riesgo mayor considerado en el área de esferas por un mínimo de dos horas.

Sistema de bombeo de la red de agua contra incendio

Los sistemas de bombeo para el suministro de agua en la red contra incendio a la presión y gasto requeridos, se encuentran ubicados en las casas de bombas contra incendio que succionarán de la cisterna de agua contra incendio TA-9901 de la Terminal. El sistema de contra incendio contará cuando como mínimo con dos bombas de agua contra incendio, una principal y otra de relevo de 2,000 gal /min (cada una), una de las bombas actuada mediante motor eléctrico y la otra por motor a combustión interna. El Sistema contará con una bomba sostenedora de presión “jockey” con una capacidad de 20 gal / min.

En el Apéndice “F” se presenta el plano de Bombas Contraincendio”.

Sistema de detección de gas combustible (mezclas explosivas) y fuego (SG&F).

En las diferentes secciones de la terminal se encontrarán localizados detectores de gas combustible (mezcla explosiva) de tipo puntual. Estos detectores se calibrarán para alamar presencia de mezcla explosiva en un intervalo del 20 hasta el 60 % del LEL (Límite Inferior de Explosividad) y se calibrarán para detectar propano y butano. Al censar una concentración de gas combustible que se encuentre entre el 20 y 60 % del LEL se enviará una señal de alarma al cuarto de control el cual emitirá alarmas audibles para que el personal operativo actúe a mitigar cualquier fuga o escape de Gas L. P. detectado por este sistema (SG&F). Se contará en la Terminal y en el cuarto de control, cuando menos con dos equipos autónomos de respiración (cilindros de aire/comprimido con mascarilla hermética).

Sistema de tierras físicas

La Terminal contará con conexiones a tierra de sus distintos equipos, especialmente aquellos ubicados en áreas de almacenamiento y manejo (bombeo) de productos inflamables. Adicionalmente, se realizará la medición de continuidad de su sistema de tierras de manera periódica, conforme lo marca la norma NOM-022-STPS-2008.

Dispositivos de seguridad en recipientes de almacenamiento sujetos a presión (esferas)

Los recipientes sujetos a presión (esferas de almacenamiento) contarán con válvulas de seguridad (PSV), indicador de presión, indicador de nivel, sistema de tierras físicas, así como con válvulas de exceso de flujo que actuarían en caso de un rebalzo por fuga o ruptura en las líneas de entrada o salida de Gas L. P. de las esferas. Las esferas cumplirán con lo solicitado y requerido por a la NOM-020-STPS-2011

Protección Pasiva Contraincendio

Las esferas de la Terminal, contarán con protección ignífuga o protección pasiva contra incendio en sus elementos de soporte (patas) a efecto de reducir el riesgo de colapso o caída de esteras por fallas en su estabilidad estructural ante un eventual incendio en el área de almacenamiento de esferas. Para LPG almacenado en recipientes a presión, la zona de influencia por fuego debe tener proyecciones mínimas en la horizontal de 15 m o del dique o área de contención la protección ignífuga o protección pasiva contra incendio en esferas de almacenamiento se basará en lo establecido en la normativa nacional como por ejemplo, los estándares de referencia de Petróleos Mexicanos.

Equipo de protección personal

La Terminal contará también con su dotación de trajes completos de bomberos con botas, pantalón, chaquetón, guantes, monja, cuatro trajes de neopreno, casco, así como con los equipos de respiración autónoma portátil y compresor para la recarga de los equipos autónomos.

Conos de viento

La Terminal contará también con conos de viento ubicados en puntos estratégicos de la misma como las partes altas o elevadas de las esferas de almacenamiento o en los techos de las áreas de llenderas y descargaderas para verificar la dirección del viento y determinar cuáles son las rutas de evacuación y salida de emergencia más adecuadas, en caso de tener que desalojar las instalaciones por fuga o escape accidental de Gas L. P al ambiente.

Extintores Manuales.

Para la atención en el combate de incendios las instalaciones contarán con extintores distribuidos estratégicamente, adecuados a los riesgos específicos de cada área y localizados en sitios de acuerdo a especificaciones indicadas en la norma NOM-002STPS-2010. Los extintores están conformados por: portátiles y carretilla de polvo químico seco (PQS), portátiles de CO₂ y agua. Para otras áreas de las instalaciones, se podrá contar con espuma contra-incendio AFFF. Los extintores presentarán identificación, fechas de última inspección y recarga.

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se encontrarán instalados extintores de polvo químico seco y bióxido de carbono del tipo manual de 9 Kg. de capacidad cada uno, a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del nivel de piso terminado a la parte más alta del extintor.

Área	N° Extintores	Tipo	Clase	Capacidad
Vigilancia	1	Fosfato Mono amónico	ABC	9 Kg
Muelle de llenado	4	Fosfato Mono amónico	ABC	9 Kg
Tablero eléctrico	1	Fosfato Mono amónico	C	9 Kg
Oficinas	3	Fosfato Mono amónico	ABC	9 Kg
Caseta de equipo contra incendio	1	Fosfato Mono amónico	ABC	9 Kg
Servicios sanitarios	1	Fosfato Mono amónico	ABC	9 Kg
Tomas de suministro	2	Fosfato Mono amónico	ABC	9 Kg
Cuarto de bombas	2	Fosfato Mono amónico	ABC	9 Kg

Zona de almacenamiento	2	Fosfato Mono amónico ABC	9 Kg
Estacionamiento	8	Fosfato Mono amónico ABC	9 Kg
Taller mecánico	3	Fosfato Mono amónico ABC	9 Kg
Bodega	1	Fosfato Mono amónico ABC	9 Kg
Toma de recepción	2	Fosfato Mono amónico ABC	9 Kg
Compresor	1	Fosfato Mono amónico ABC	9 Kg

Extintor de Carretilla.

Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 Kg. de polvo químico seco, el cual se localizará en la zona de almacenamiento.

Accesorios de protección.

A la entrada de la Planta se contará con un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, los que serán adaptados a cada uno de los vehículos que tengan acceso a la misma, se contará además con trajes de bombero para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, se contará también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

Alarmas.

Las alarmas a instalar serán del tipo sonoro claramente audible en el interior de la planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P., con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente de CA-127 V.

Comunicaciones.

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS cercana, etc., contando con un criterio preestablecido.

Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

Capacitación

Se incluirá un Programa de Capacitación anual que contemple los siguientes aspectos de seguridad, riesgo y medio ambiente:

- Plan de Respuesta a Emergencias.
- Ubicación de puntos de reunión, concentración, salidas de emergencia, rutas de evacuación y conos indicadores de dirección de viento.
- Usos de extintores.
- Conocimientos del sistema de alarma.
- Uso y manejo de equipos de protección personal.
- Hojas de seguridad.
- Almacenamiento e Identificación de Sustancias Peligrosas.
- Sistema de comunicación y alarma.
- Sistema de detección y alarmas de explosividad

Uso de manuales.

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro

Uso de accesorios de Protección.
Uso de los medios de Comunicación.
Evacuación del Personal y desalojo de Vehículos.
Cierre de válvulas estratégica de gas.
Corte de electricidad.
Uso de extintores.
Uso de hidrantes como refrigerante.
Operación manual del rociado a tanques.
Ahorro de agua.

b) Mantenimiento general

Puntos a revisar.
Acciones diversas y su periodicidad.
Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
Mantenimiento correctivo y agua.

Se contará con señalización informativa y restrictiva para informar al personal y usuarios del peligro existente, como es: Peligro, Gas L.P. Inflamable, Prohibido fumar, Apague su motor antes de iniciar la carga, etc. También se contará con código de colores para el tanque y sistema de tuberías. Ver: Memoria Técnica Descriptiva y los planos del proyecto del Sistema Contra Incendio de este proyecto.

V.2-Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacciones principales y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques).

Las áreas de la Terminal que son parte del alcance de este estudio son las siguientes:

- Interconexión con el gasoducto
- Área de Patín de medición y regulación de flujo del LPGducto hacia la Terminal.
- Área de descargaderas y bomba de descargadera de fulles hacia Esferas de Almacenamiento.
- Área de Tanques Esféricos de Almacenamiento.
- Área de Casa de Bombas para envío de gas licuado a llenaderas.
- de almacenamiento.
- Área de llenaderas a fulles.
- Cuarto de Control.
- Edificios Administrativos

Interconexión con el gasoducto:

La interconexión con el gasoducto existente, propiedad de PGPB de donde es suministrado el gas a la planta, se compone de tubería de 20" de diámetro diseñada con una Presión de Operación Máxima Permisible (MAOP) de 75.93 kg/cm²man (1.080 psig). Se cuenta con una válvula de presión tipo PSV-109-112, PSV-122-127, PSV-136-141 en las proximidades de las esferas, la cual protegerá por sobrepresión al ducto en caso de que éste alcance una presión de 35 kg/cm²man. Se tiene el indicador local y transmisor de presión PI-118 y PT-118 con visualización en el cuarto de control con el que se podrá monitorear la presión en la tubería de entrada a la planta de almacenamiento, así como una válvula SDV-101 que actuará en caso de emergencia bloqueando el suministro de Gas LPG a la planta de almacenamiento. En esta zona se encuentra las interconexiones necesarias para una ampliación futura.

Área de Patín de medición y regulación de flujo del LPGducto hacia la Terminal

El Gas LPG recibido en la planta de almacenamiento pasará por el Patín de Medición y Regulación, que consta de dos trenes, uno en operación normal y el otro para relevo del primero. Cada tren tiene una medición de flujo másico de tipo coriolis de transferencia de custodia y está diseñado con una capacidad para medir el 100% del flujo del gasoducto.

Cada tren del patín de medición y control tiene los siguientes equipos:

- Una válvula de corte motorizada con botonera local además de indicación de posición local y en el cuarto de control.
- Filtro tipo canasta con indicador local y transmisor de presión diferencial.
- Dos válvulas reguladoras de presión.
- Un medidor de flujo tipo Coriolis.

- Una válvula reguladora de flujo.
- Dos transmisores indicadores de presión.
- Un transmisor indicador de temperatura.
- Un indicador local de presión y un indicador local de temperatura.
- Dos interruptores por alta presión.

De cada tren de medición y control, la primera válvula de control de la presión (localizada corriente abajo del medidor de flujo másico tipo Coriolis) mantendrá la contra-presión del gasoducto dentro del Rango de Presión de Operación Normal de 21-32 kg/cm²man (299 - 455 psig) y proporcionará una reducción de la presión a 14 kg/cm²man (199 psig); la segunda válvula de control también se instalará corriente arriba del medidor de flujo másico tipo Coriolis y reducirá la presión de 14 kg/cm²man (199 psig) a 12 kg/cm²man (171psig).

La cantidad de Gas LPG distribuido en las bahías de carga así como el almacenado en las esferas, será regulada por la válvula de control de flujo ubicada corriente abajo del medidor de flujo másico tipo Coriolis, controlando la recepción de flujo, y recibiendo señales de control de Presión del Sistema de Control Distribuido

(DCS) y el medidor de flujo másico.

Las otras funciones del área de medición de entrada son:

- a) Mantener una contrapresión en el gasoducto para impedir un cambio de fase (flash) del producto en el gasoducto considerando que la máxima presión de operación permisible del gasoducto será de 75.93 kg/cm²man.
- b) Regular la presión dentro de la Planta.

Del patín de medición y regulación, el Gas LPG de entrada se envía a uno o dos destinos posibles:

- A almacenamiento de una a ocho esferas.
- A las bahías de carga y distribución en autotanques.

Justo a la entrada del Patín de Medición y Regulación se encuentra un cromatógrafo en línea con señal al DCS y monitoreo en el cuarto de control proporcionando un análisis completo de la composición del Gas LPG.

Área de descargaderas y bomba de descargadera de fulles hacia Esferas de Almacenamiento

En esta área está diseñada para recibir 4 carros tanque, los carro tanques dobles (Fulles) descargarán el gas LP y en cada descargaderas se instalará una Bomba de Carga de Descargadera para un flujo de 500 l/min (BA-01 A/B, BA-02 A/B, BA-03 A/B y BA-04 A/B), una potencia de 10 HP y un ΔP de 6 kg/cm², en la descarga de la bomba se instalará una válvula check, la línea de descarga tendrá un indicador de presión y un transmisor indicador de presión conectados al SCD, con alarma por alta y baja presión, tendrá un transmisor indicador de flujo conectados al SCD, como dispositivo de seguridad tendrá una válvula de seguridad de presión con venteo a la atmósfera, la línea de descarga será de 3-4" de diámetro.

Área de Tanques Esféricos de Almacenamiento

La planta tendrá cuatro (04) esferas de almacenamiento unidas por un cabezal común de alimentación (02 a futuro). Éstas se llenan con el Gas LPG que recibe la planta de almacenamiento y que no se distribuye en la bahías de carga de autotanques, que permite el flujo al cabezal común de alimentación a las esferas y mantiene la presión de operación hacia las bahías de carga en 9 kg/cm² man.

Cuando el gas recibido mediante el ducto no es suficiente para los requerimientos de carga de los autotanques, los volúmenes adicionales se extraen de las esferas de almacenamiento. La carga y descarga de las esferas de almacenamiento es monitoreada y controlada por el Operador en el Cuarto de Control de la Planta y éste podrá alinear alguna esfera al cabezal de succión de las bombas de carga de Gas LPG.

Las ocho (8) esferas de almacenamiento estarán interconectadas por dos cabezales de recuperación de vapores de 4" de diámetro, cada esfera podrá ser aislada del cabezal por medio de la válvula de seguridad SDV de cada esfera, en caso de que haya alguna emergencia.

Cada esfera de almacenamiento cuenta con los siguientes equipos:

- PLC local dedicado a la medición de nivel.
- Switch para alarma por muy alto y muy bajo nivel.
- Un indicador transmisor de temperatura y nivel
- Un indicador transmisor de presión.
- Un transmisor indicador de presión diferencial.
- Un indicador de presión local.
- Válvulas de relevo por sobrepresión.
- Una válvula de aislamiento interna tipo Vicker equipada por medio de una unidad hidráulica.
- Válvula de corte motorizada para suministro de Gas LPG a la esfera, con indicadores de posición locales y en el cuarto de control, así como botonera local.

- Una válvula de corte motorizada para alineación de la esfera al cabezal de succión de las bombas de carga a autotanques.
- Una válvula de corte de emergencia con un tanque pulmón para tres ciclos de operación en la carga/descarga de la esfera.

Cada una de las ocho esferas de almacenamiento de Gas LPG tendrá las siguientes condiciones de operación:

- Capacidad Nominal de Almacenamiento 20,000 bbls.
- Capacidad operacional de 20,000 bbls.
- Rango Operacional del 10% al 80% de almacenamiento útil para inventario de 20,000 bbl.

El inventario operacional disponible de cada esfera es de 20,000 bbls y con todas las esferas llenas es de 160,000 bbls. Para controlar el volumen cada esfera tendrá alarmas a los siguientes puntos de ajuste:

- Alto-Alto 85%
- Alto 80%
- Bajo 10 %
- Bajo-Bajo 5%

El personal de operación de la planta es responsable de comunicar inmediatamente al operador del gasoducto corriente arriba y/o al personal de operación de la estación de bombeo su decisión de detener el flujo del gasoducto, de manera que se puedan tomar las acciones apropiadas para minimizar cualquier riesgo posible si se presenta alguna contingencia no programada.

Área de Casa de Bombas para envío de gas licuado a llenaderas

Las bombas de carga de autotanques BA-05/08 son de tipo vertical enlatadas y están diseñadas para operar cuando el flujo de Gas LPG recibido sea insuficiente para llenar todos los autotanques que estén autorizados para cargar. Una bomba arrancará automáticamente (para lo cual el operador deberá estar sumamente atento que el DCS haya seleccionado la esfera de almacenamiento con el nivel de operación más alto; no debe ser seleccionada aquella esfera que esté alineada para amortiguar las sobrepresiones en las bahías de carga o la sobrepresión en ducto de recibo es decir, que la esfera se encuentre en el modo de recepción-carga) cuando la presión en el cabezal de carga de autotanques se encuentre por debajo de 9 kg/cm²man, con esto la presión volverá a incrementarse.

Si la presión en el cabezal de carga de autotankes continúa disminuyendo, se arrancará una segunda bomba

automáticamente -también capaz de cargar dos autotankes-. Y de manera similar la tercera bomba arrancará si disminuye la presión. Se instalará una cuarta bomba idéntica, la cual estará de relevo para las otras tres bombas cuando una esté fuera de servicio. Al terminar de cargar los autotankes, las bombas se apagarán en la secuencia opuesta a como arrancaron.

Cada bomba tendrá indicadores de posición local y una botonera local. Cada bomba descargará 32,240 kg/h

y tendrá la capacidad de cargar simultáneamente dos autotankes o dos tanques como una unidad de doble remolque (fulles). La descarga de las bombas estará equipada con una válvula conectada a una línea de recirculación, para dirigir el volumen remanente proporcionado por la bomba y no requerido para la carga de autotankes a la esfera de almacenamiento que esté alineada para absorber la sobrepresión en llenaderas y en el ducto de recibo.

Cada bomba de carga de los autotankes cuenta con la siguiente instrumentación:

- Indicadores de presión local en la tubería de succión y descarga.
- Un indicador transmisor de presión tanto en la tubería de succión como en la tubería de descarga.
- Switch por muy alta/baja presión.
- Válvula de recirculación de flujo mínimo.
- Plan de sellos.

El Operador de la planta selecciona a criterio la esfera para la carga de los autotankes y realiza la maniobra

con las válvulas MOV del Cuarto de Control, teniendo cuidado de no alinear a llenaderas la esfera que en ese momento se esté llenando por el gasoducto, por lo tanto una esfera deberá estar alineada para absorber sobrepresión y la que contenga mayor nivel de operación deberá estar alineada al cabezal de succión de las esferas debido al encendido automático de las bombas de carga.

Área de llenaderas a fulles.

En esta área está diseñada para recibir 4 carros tanque, los carro tanques dobles (Fulles) recibirán el gas LP desde el área de esferas de almacenamiento y en cada descargadera se instalará una Bomba de Carga de Descargadera para un flujo de 500 l/min (BA-05, BA-06, BA-07 y BA-08), una potencia de 10 HP y un ΔP de 4 kg/cm², en la descarga de la bomba se instalará una válvula check, una válvula motorizada para evitar el golpe de ariete, la línea de descarga tendrá un indicador de presión y un transmisor indicador de presión conectados al SCD, con alarma por alta y baja presión, una válvula de control de flujo, tendrá un transmisor indicador de flujo conectados al SCD, como dispositivo de seguridad tendrá una válvula de

seguridad de presión con venteo a la atmósfera, la línea de descarga será de 4" de diámetro y una válvula check.

Cuarto de Control.

El cuarto de control de la Terminal (Cuarto SCD/ Telecomunicación) tiene en cuenta las siguientes características básicas generales para su construcción:

- El diseño de los muros y ventanas exteriores serán tipo bunker, preferentemente retirado de la Zona de almacenamiento de esferas y área de llenaderas y descargaderas.
- Los muros en edificios son a base de materiales termoaislantes libres de asbesto y otros componentes que produzcan vapores o humos tóxicos al degradarse con el fuego.
- El piso será elevado antiestático y el techo contará con placas antiestáticas con rejillas para aire acondicionado.
- Se contará en este cuarto con sistema de aire acondicionado del tipo presión positiva para en caso de presentarse escape de sustancias peligrosas al ambiente como gas L. P., no pueda contaminar el área de interna de este cuarto de control.
- El cuarto de control será cubierto con loza de concreto y contará con área de oficinas, sanitarios, área de resguardo de equipo de protección personal y un área para resguardo de los equipos de compresor de aire de instrumentos y de planta.

V.3 Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas.

Por ser una empresa (Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.), la única materia prima que se maneja es el Gas L.P. Es importante mencionar que por la naturaleza de la operación que es de almacenamiento y despacho de gas, este no sufre cambio o procesamiento alguno y por lo tanto no existen subproductos.

El volumen estimado de gas que se comercializarán en la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. se listan a continuación:

La capacidad de almacenamiento máxima de cada recipiente estará dada por el 80% de su capacidad nominal, así el volumen es de 16,000 barriles (2,544 m³).

La capacidad operativa estará dada por el almacenamiento máximo menos las alarmas por alto nivel de llenado y el nivel mínimo operativo de la esfera, siendo que la capacidad operativa de cada esfera será de 13,974 barriles (2221.86 m3).

Recipientes Esféricos	Capacidad nominal (barriles)	Capacidad Operativa (barriles)	Capacidad Operativa (m3)	Capacidad Operativa Kg
TE-01	20,000	13,974	2221.86	1199804
TE-02	20,000	13,974	2221.86	1199804
TE-03	20,000	13,974	2221.86	1199804
TE-04	20,000	13,974	2221.86	1199804
TE-05	20,000	13,974	2221.86	1199804
TE-06	20,000	13,974	2221.86	1199804
TE-07	20,000	13,974	2221.86	1199804
TE-08	20,000	13,974	2221.86	1199804

Por lo indicado en la tabla anterior se tiene que el Gas LP, sobrepasa la cantidad de reporte del segundo listado de actividades altamente riesgosas.

V.4 Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo" (formato Anexo No. 2), de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB

En el Apéndice "G" se anexa la hoja de seguridad para el gas L.P.

V.4.1 Precauciones Especiales

Precauciones que deben ser tomadas en cuenta para el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas.

- Precauciones para el manejo y almacenamiento.
Mantener los recipientes cerrados, lejos de zonas húmedas o de zonas con derrames de agua, lejos de calor, chispas, y flamas vivas. Durante el almacenamiento de los materiales puede acumularse electricidad estática, por lo que el sistema de almacenamiento deberá estar aterrizado a tierra, así como el equipo de transporte.
- Precauciones de acuerdo a la reglamentación del transportista.
Una de las principales es que durante el transporte se cuente con el documento de embarque de materiales y residuos peligrosos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SCT-2003 y la guía de respuesta de emergencia NOM-005-SCT-2008.

V.4.2 Propiedades Físicas

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

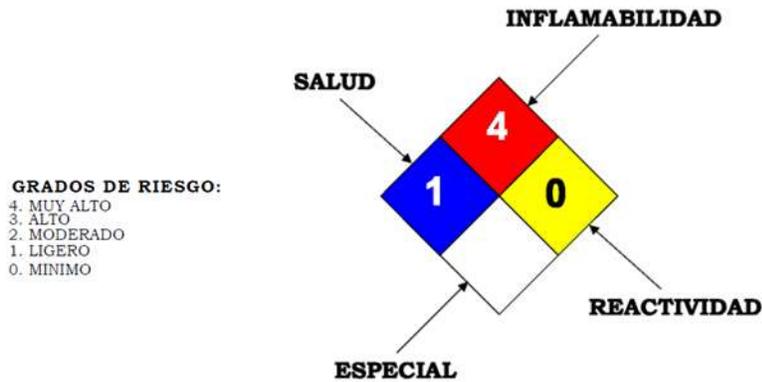
1. Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No: HDSSQ-LPG	4. Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo
2. Nombre del producto: Gas licuado comercial, odorizado	5. Fórmula: C ₃ H ₈ + C ₄ H ₁₀
3. Nombre Químico: Mezcla Propano-Butano.	6. Sinónimos: Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo.

9. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

Peso molecular	49.7
Temperatura de ebullición @ 1 atm	- 32.5 °C
Temperatura de fusión	- 167.9 °C
Densidad de los vapores (aire=1) @ 15.5 °C	2.01 (dos veces más pesado que el aire)
Densidad del líquido (agua = 1) @ 15.5 °C	0.540
Presión vapor @ 21.1 °C	4500 mmHg
Relación de expansión (líquido a gas @ 1 atm)	1 a 242 (un litro de gas líquido, se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de aproximadamente 11,000 litros).
Solubilidad en agua @ 20 °C	Aproximadamente 0.0079 % en peso (insignificante; menos del 0.1 %).
Apariencia y color	Gas insípido e incoloro a temperatura y presión ambiente. Tiene un odorizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable.

V.4.3 Riesgo a la Salud

Rombo de Clasificación de Riesgos



Toxicidad IDLH 19 000 ppm (NIOSH, 1987)
 TLV (valor límite umbral)
 8 horas 800-1000 ppm
 10 horas 1250 ppm

EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

OSHA PEL: TWA 1000 ppm (Limite de exposición permisible durante jornadas de ocho horas para trabajadores expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos)

NIOSH REL: TWA 350 mg/m³; CL 1800 mg/m³/15 minutos (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas).

ACGIH TLV: TWA 1000 ppm (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos).

OSHA: Occupational Safety and Health Administration.

PEL: Permissible Exposure Limit.

CL: Ceiling Limit: En TLV y PEL, la concentración máxima permisible a la cual se puede exponer un trabajador.

TWA: Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8h, ppm ó mg/m³

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.

REL: Recommended Exposure Limit.

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

TLV: Threshold Limit Value.

Ojos: La salpicadura de una fuga de gas licuado nos provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.

Piel: El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.

Inhalación: Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.

Ingestión: En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El gas licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos. No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, mutagénicas, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

El personal operador y auxiliares son los que más contacto tienen con el Gas L.P., dada la forma en que estos son manejados, sin embargo, la exposición de estos es mínima, aunque es preciso considerar los siguientes criterios:

Se recomienda usar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado. Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrapante y casquillo de acero. El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.

V.4.4 Riesgos de Fuego o Explosión

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

HR: 3 (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto).

El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC₅₀ (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de LPG se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivos, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire=1).

5. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

Punto de flash	- 98.0 °C	Punto de Flash: Una sustancia con un punto de flash de 38°C ó menor se considera peligrosa; entre 38° y 93°C, moderadamente inflamable; mayor a 93°C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del LPG (- 98°C) lo hace un compuesto sumamente peligroso.
Temperatura de ebullición	- 32.5 °C	
Temperatura de autoignición	435.0 °C	
Límites de explosividad:	<i>Inferior</i> 1.8 % <i>Superior</i> 9.3 %	

Medios de Extinción: Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono, agua espreada para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios.

a) Fuga a la atmósfera de gas licuado, sin incendio:

Esta es una condición realmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiente y produce nubes de vapores con gran potencial para explotar violentamente al encontrar una fuente de ignición.

Algunas recomendaciones para prevenir y responder a este supuesto escenario, son:

- Asegurar anticipadamente que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones estén en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento).
- Si aún así llega a fallar algo, deben instalarse con precaución:
 - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas sonoras y visuales.
 - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, en prevención a la rotura de mangueras, etc., para actuarlas localmente o desde un refugio confiable (cuarto de control de instrumentos).
 - Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con los sistemas de aspersión, hidrantes y monitores disponibles, con revisiones y pruebas frecuentes.
 - Extintores portátiles.

V.5 Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos

En la Terminal de Almacenamiento se tendrán 8 Tanques esféricos con las siguientes características:

SONYER STORAGE OIL		MARBANG		HOJA DE DATOS			I.D.: PM-201711-BN-001		
				ESFERAS DE ALMACENAMIENTO			No. Rev.: A		
				ELABORO: BST		REVISO: MML		Vo.Bo.	
								Fecha: 29/09/2017	
1	CUENTE:	OSONYER STORAGE OIL S.A. DE C.V.						PROYECTO:	PM-201711
2	PLANTA:	TERMINAL DE ALMACENAMIENTO PARA GAS L.P.						HOJA:	1 DE 1
3	LOCALIZACIÓN:	TEPEJI DEL RÍO, HIDALGO							
4	CLAVE DEL EQUIPO:	YE-01/02/03/04/05/06/07/08				No. DE UNIDADES:		8	
5	SERVICIO:	Almto. Gas L.P.		CAPACIDAD:	20,000 Bls		POSICIÓN:		
6	Tipo de fluido:	GAS L.P.		Flujo:	129,000 kg/h		Densidad:	543.0 kg/m ³	
7	Vapor o Gas:			Flujo:	---		Densidad:	---	
8	Temperatura: Operación:	15.8 °C		Máxima:	43.8 °C		Diseño:	58.8 °C	
9	Presión: Operación:	8.5 kg/cm ² man.		Máxima:	10.2 kg/cm ² man.		Diseño:	22.0 kg/cm ² man.	
10	Dimensiones: Diámetro:	18,280 mm		Capacidad Total:	3,180 m ³				
11	Nivel: Normal:	mm		Máximo:	mm		Mínimo:	mm	
12	Alarma alto nivel:	mm		Alarma bajo nivel:	mm		Nivel de paro:	mm	
13	Material del cascarón:	SA-516-70		Corrosión permisible:	3.2 mm				
14	Aislamiento:	NO		Recubrimiento interno:	NO				
15	BOQUILLAS				NOTAS				
16	No.	Cant.	D. Nom.	SERVICIO			1) Acotaciones en mm.		
17	1A/1B	2	610	Registro de hombre (8)			2) Las esferas deben ser construidas de acuerdo a las normas		
18	8	1	38	Por definir			DG-GPASI-SI-3600, DG-GPASI-SI-6910		
19	10A/10B	2	305	Alimentación y salida de Gas L.P.			en su última revisión al momento de la licitación.		
20	16	1	38	Transmisor indicador de presión			3) Con pescante el superior y con bisagra el inferior		
21	31	1	38	Drene			4) El circuito de igualación de presión debe ser con		
22	33	1	406	Venteo			válvulas macho al pie de cada esfera.		
23	37	1	152.4	Transmisor indicador de nivel			5) Suministrar las tomas para los instrumentos de		
24	38A/38B	2	51	Transmisor indicador de presión			alarma de alto y bajo nivel de producto.		
25	41	1	38	Elemento de medición de temperatura (10)			6) Suministrar las tomas de muestra en línea para el sistema		
26	46	1	38	Interruptor alto nivel			de muestreo cerrado.		
27	47	1	38	Interruptor bajo nivel (10)			7) Los soportes de las esferas deben estar cubiertos con		
28	49	1	38	Por definir			concreto retardante al fuego.		
29	50	1	38	Por definir			8) Suministrar el equipo con estampado ASME		
30	51	1	38	Indicador de presión			9) Las boquillas deben ser construidas de acuerdo al código		
31	58	1	38	Drene			ASME SECC. VIII DIV I		
32							10) Ver arreglo de instrumentos de nivel en dibujo:		
33							11) El contratista debe verificar y en su caso modificar el		
34							diámetro de la boquilla acorde al cálculo de la línea de igualación.		
35	12) la altura de la base debera ser suficiente para evitar las bolsas debido a la topografía del terreno, en especial en las líneas de succión de								
36	las bombas								
37	(1) (2) (8) (9)								
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									

Localización de los Tanques de Almacenamiento dentro del arreglo general de la planta:

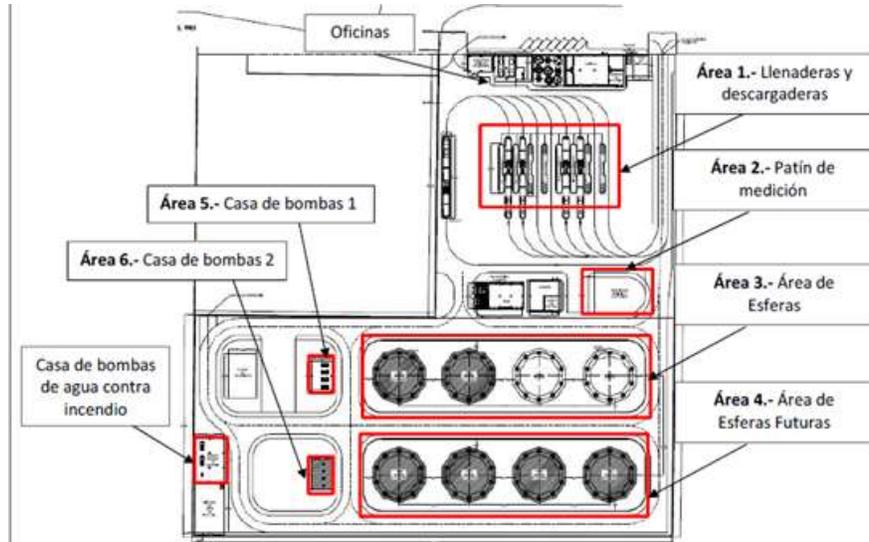


Tabla I.1. Principales criterios de diseño empleados en el alcance mecánico del presente proyecto.

Número	Descripción
NORMAS ELECTRICAS Y DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION	
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
ANSI	American National Standards Institute
NEC	National Electrical Code
IIEC	Institute of Electrical and Electronic Engineers
NESC	National Electrical Safety Code
ASTM	Recipientes sujetos a presión, tuberías, accesorios, bridas.
ASME	American Society of Mechanical Engineers ASME Código de recipientes de presión y calderas Sección I, Calderas;
	ASME B16.1, Bidas de tuberías de hierro forjado y empaques bridados;
	ASME B16.5, Bidas de tuberías de acero y empaques bridados; ASME B16.9, Empaques para soldadura a tope de acero forjado hechos en fábrica;
STPS	ASME B16.11, Empaques de acero forjado, soldadura y roscado de los tubos;
	Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas Funcionamiento-Condiciones de seguridad

V.6 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

V.6.1 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización; asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

TAG	EQUIPO	DIMENSIONES
BA-01 A/B	BOMBA DE CARGA DE DESCARGADERA 1	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 10 HP ΔP : 6.0 KG/CM ²
BA-02 A/B	BOMBA DE CARGA DE DESCARGADERA 2	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 10 HP ΔP : 6.0 KG/CM ²
BA-03 A/B	BOMBA DE CARGA DE DESCARGADERA 3 (FUTURO)	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 10 HP ΔP : 6.0 KG/CM ²
BA-04 A/B	BOMBA DE CARGA DE DESCARGADERA 4 (FUTURO)	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 10 HP ΔP : 6.0 KG/CM ²
BA-05	BOMBA DE CARGA DE LLENADERA 1	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 10 HP ΔP : 4.0 KG/CM ²
BA-06	BOMBA DE CARGA DE LLENADERA 2	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 10 HP ΔP : 4.0 KG/CM ²
BA-07	BOMBA DE CARGA DE LLENADERA 3 (FUTURO)	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 10 HP ΔP : 4.0 KG/CM ²
BA-08	BOMBA DE CARGA DE LLENADERA 4 (FUTURO)	FLUJO: 500.0 LT/MIN POT. : 5 HP ΔP : 4.0 KG/CM ²
PM-01	PATIN MEDICION Y REGULACION	FLUJO. : 198,732.0 LTI/H ΔP : 4.0 KG/CM ²
FG-01 A/B	FILTRO DE DESCARGADERAS	FLUJO. : 244,000.0 LTS/H ΔP MAX. : 0.5 KG/CM ²
RV-01 A/B	PAQUETE DE RECUPERACION DE VAPORES	FLUJO: 2,355.0 KG/H POT. : 100 HP
TE-01	ESFERA DE ALMACENAMIENTO	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m
TE-02	ESFERA DE ALMACENAMIENTO	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m
TE-03	ESFERA DE ALMACENAMIENTO (FUTURO)	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m
TE-04	ESFERA DE ALMACENAMIENTO (FUTURO)	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m
TE-05	ESFERA DE ALMACENAMIENTO (FUTURO)	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m
TE-06	ESFERA DE ALMACENAMIENTO (FUTURO)	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m
TE-07	ESFERA DE ALMACENAMIENTO (FUTURO)	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m
TE-08	ESFERA DE ALMACENAMIENTO (FUTURO)	CAP. : 20,000 BLS. DIAM. INT.: 18.28 m

BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO NUEVAS
 BOMBA CENTRIFUGA ANSI CONTRA INCENDIO
 TRES PAQ (BA-1203/1204, BA-1303/1304, BA-1403/1404)

CONDICIONES DE OPERACIÓN										
LÍQUIDO	AGUA CONTRA INCENDIO				FLUJO (GPM)	NORM	6,600	DIS.		
					PRESIÓN: (Kg/cm ²) man					
TEMP. BOMB. (°C)	NORM.	27	MAX.	27	DESC.:	NORM.	8.3	DIS.	8.3	
DENSIDAD RELATIVA @ T.B.				1.0	SUCC.:	NORM.	0	DIS.	1.5	
PRESIÓN VAPOR @ T.B.	(Kg/cm ²) abs			0.037	PRESIÓN DIF.	(kg/cm ²)		DIS.	8.3	
VISCOSIDAD @ T.B.	(cP)			1.0	COLUMNA DIFERENCIAL			(ft)	272	
CORR./EROS. CAUSADA POR:				----	NPSH DISP.	(ft)		24.6		
				pH	POTENCIA HIDR.	(Hp)		219 (NOTA 2)		

COMPRESOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS

Compresión aire para instrumentos, que incluyan un compresor con motor eléctrico, enfriadores, un separador de humedad y acumulador de gas de instrumentos, tablero de control local, instrumentación, dispositivos de seguridad, válvulas, accesorios, tuberías, tubería conduit, caja de conexiones, cable, cableado, accesorios, soporterías y todo montado en un patín común.

Condiciones de Operación del compresor:

	VALOR	UNIDAD
Flujo	104	SCFM
Presión de descarga Mínima	7.0	Kg/cm ²
Temperatura de descarga Máxima	45.0	°C

V.7 CONDICIONES DE OPERACIÓN

V.7.1 Balance de materia

En este tipo de servicio que consiste en la comercialización de Gas L.P. el balance de materia está definido de acuerdo al consumo de combustible que se tenga el cual variará de acuerdo a la demanda de éste.

V.7.2 Temperatura y Presiones de Diseño y Operación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	RECIBO DE LPG DE GASODUCTO	RECIBO DE LPG POR DESCARGADERA	SUMINISTRO DE LPG EN CABEZAL DE DESCARGADERAS	SUMINISTRO DE LPG DE ESTACION DE MEDICION Y REGULACION	SUMINISTR DE LPG EN CABEZAL GENERAL	SALIDA DE LPG EN CABEZAL GENERAL	SALIDA DE LPG EN LINEA LLENADERA	CABEZAL DE RECUPERACION VAPORES	CABEZAL DE RECUPERACION DE LPG	CABEZAL DE RECUPERACION DE LPG LLENADERAS	CABEZAL DE RECUPERACION DE LPG POR LLENADERA	CABEZAL DE RECUPERACION DE LPG POR DESCARGADERA
TEMPERATURA (°C) 	16.7 (NOTA 6)	16.7 (NOTA 6)	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0
PRESION (Kg/cm ²) man.	XXX	5.5	9.0	9.0	9.0	8.0	9.5	1.5	1.5	1.5	1.5	9.7
FLUJO VOLUMETRICO (BPH)	1,260.0 (NOTA 8)	377.42	1,509.7	1,260.0	1,509.7	1,509.7	377.4	1,509.7	2,758.6	2,758.6	1,509.7	1,509.7
FLUJO VOLUMETRICO (GAL/MIN)	875.0	264.2 (NOTA 9)	1,056.8	875.0	1,056.8	1,056.8	1,056.8	1,056.8	1,931.0	1,931.0	1,056.8	1,056.8
FLUJO VOLUMETRICO (L/TMIN)	3,312.2	1,000.0	4,000.0	3,312.2	4,000.0	4,000.0	1,000.0	4,000.0	7,309.6	7,309.6	4,000.0	4,000.0
FLUJO MASICO (Kg/h)	106,800.0	32,240.0	129,000.0	106,800.0	129,000.0	129,000.0	32,240.0	1,324.8	2,001.9	2,001.9	1,324.8	1094.881
DENSIDAD (Kg/m ³)	543.0	543.0	543.0	543.0	543.0	543.0	543.0	4.56	4.56	4.56	4.56	521.3
VISCOSIDAD (CP)	0.1343	0.1343	0.1343	0.1343	0.1343	0.1343	0.1343	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PRESION DE VAPOR (Kg/Cm ²) Man.	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4

CONDICIONES DE OPERACIÓN REQUERIDAS:

Carga a la planta

- Cada tercer día se suministrarán por ducto de 10,000 barriles, por lo que considerando que este se realice en un periodo de 8 horas, el flujo considerado es de: $1,250.0 \text{ Bls/H} = 875.0 \text{ Gal/Min} = 198,732.0 \text{ Lts/h}$.
- Se considera que cada isla descargará un carro tanque de 30,000 litros (7,925.2 gal) en dos secciones de 15,000 lt, en un tiempo de 30 min por lo que el flujo de 2 bombas simultáneamente : $377.3 \text{ bls/h} = 264.2 \text{ gal/min} = 60,006.3 \text{ lts/h}$.

El flujo total por las 4 islas de descargaderas: $1,509.2 \text{ Bls/h} = 1,056.8 \text{ gal/min} = 244,000.0 \text{ lts/h}$

Descarga a la planta

- Se considera que cada isla llenará un carro tanque de 30,000 litros (7,925.2 gal) en dos secciones de 15,000 lt, en un tiempo de 30 min por lo que el flujo de 2 bombas simultáneamente : $377.3 \text{ Bls/h} = 264.2 \text{ gal/min} = 60,006.3 \text{ lts/h}$.

El flujo total por las 4 islas de descargaderas: $1,509.2 \text{ Bls/h} = 1,056.8 \text{ gal/min} = 244,000.0 \text{ lts/h}$

V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso

La materia utilizada está en estado líquido al ser Gas L.P.

V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes)

El régimen operativo será por lotes mientras las instalaciones se encuentren operado.

V.9 Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente

En el Apéndice "B" se anexan los siguientes diagramas de tubería e instrumentación de la Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., en Tepeji del Río. Hidalgo, propiedad de Osonyer, S.A. de C.V.

No	WBS	NOMBRE	REVISIÓN
	PM-201711-BE-002	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (TEP-A-100)	C
	PM-201711-BE-003	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN ÁREA DE DESCARGADERAS (TEP-A-400)	C
	PM-201711-BE-004	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN ÁREA DE DESCARGADERAS FUTURAS (TEP-A-400)	B
	PM-201711-BE-005	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN ÁREA DE RECIBO DE DUCTO (TEP-A-400)	C
	PM-201711-BE-006	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN ÁREA DE ALMACENAMIENTO (TEP-A-401)	C
	PM-201711-BE-007	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN ÁREA DE ALMACENAMIENTO FUTURO (TEP-A-400)	C
	PM-201711-BE-008	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN ÁREA DE LLENADERAS (TEP-A-402)	C
	PM-201711-BE-009	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN ÁREA DE LLENADERAS FUTURAS (TEP-A-402)	B
	PM-201711-BE-010	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES	B
	PM-201711-BE-011	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN SISTEMA DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS	B
	PM-201711-BE-012	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES	B
	PM-201711-SE-001	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN SISTEMA CONTRAINCENDIO BOMBAS CONTRAINCENDIO (1/2)	A
	PM-201711-SE-002	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN SISTEMA CONTRAINCENDIO BOMBAS CONTRAINCENDIO (2/2)	A
	PM-201711-SE-003	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN SISTEMA CONTRAINCENDIO SISTEMA GENERAL CONTRAINCENDIO	A

VI. Evaluación de riesgo

VI.1 Antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención

La Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo, es una obra completamente nueva por lo que no han ocurrido accidentes ni incidentes derivados de las operaciones.

Han ocurrido un gran número de eventos que involucran sustancias altamente inflamables como Propano, Butano y Gas LP, que se han presentado a lo largo del mundo, como por ejemplo San Carlos, España (11 de Julio de 1978 – Sustancia: propileno), Crescent City, Illinois USA (21 de junio de 1970 – Sustancia: Gas L.P.), San Juan Ixhuatepec, México (19 de Noviembre de 1984 – Sustancia: Gas L.P.), Feyzin, Francia (4 de Junio de 1966), entre otros. Estos incidentes tuvieron una explosión de líquido en ebullición con desprendimiento de vapores en expansión, mejor conocido como BLEVE por sus siglas en inglés (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosión), en la que se generaron bolas de fuego resultantes de la liberación de líquido inflamable. En la siguiente tabla se presentan algunos eventos de grandes accidentes, las sustancias involucradas y los daños ocasionados.

Año	Lugar	Sustancia involucrada	Tipo de Accidente	Daños	
				Muertos	Lesionados
2003	Veracruz, México	GLP	Explosión	4	62
1984	San Juan Ixhuatepec-Estado de México, México	GLP	BLEVE	1500	4200
1979	Good Hope, USA	Butano	BLEVE	12	S/D
1978	Waverly, USA	Propano	BLEVE	12	S/D
1978	Camping de los Alfaques, San Carlos dela Rápita, España	Propileno	BLEVE	216	S/D
1978	Texas City, USA	Butano	BLEVE	7	S/D
1975	Eagle Paas	Propano	BLEVE	16	S/D
1975	Beek, Paises Bajos	Propileno	Explosión	14	107
1974	Dacatur, Illinois, USA	Propano	Explosión	7	12
1974	West St. Paul, USA	Propano	BLEVE	4	S/D
1974	Oreonta, USA	Propano	BLEVE	0	S/D
1974	Puebla, USA	Propano	BLEVE	0	S/D
1973	Kingman, USA	Propano	BLEVE	13	S/D
1972	Río de Janeiro, Brasil	Propano	BLEVE	37	S/D
1972	East St. Louis, Illinois - USA	Propileno	Explosión	0	230
1972	New Jersey, USA	Propileno	BLEVE	2	S/D
1972	Tewksbury, USA	Propano	BLEVE	2	S/D
1970	Crescent City, USA	Propano	BLEVE	0	S/D
1966	Feyzin, Francia	GLP	BLEVE	18	90
1959	Weldria, USA	Propano	BLEVE	23	S/D
1958	Michigan, USA	Butano	BLEVE	1	S/D
1957	Quebec, Canada	Butano	BLEVE	1	S/D
1951	Port Newark, USA	Propano	BLEVE	0	S/D

Principales accidentes e incidentes ocurridos durante la transportación de sustancias peligrosas a nivel nacional en fechas 1972-2005

FECHA	PAIS Y LOCALIZACIÓN	TIPO DE TRANSPORTE Y CAUSA	PRODUCTO	NUMERO DE			
				MUERTES	HERIDOS	EVACUADOS	
1972	1.07	México, Chihuahua	Ferrovial, explosión	Butano	>8	300	-
1978	15.07	México, Xilotepec	Carretero, explosión	Gas	100	200	-
	2.11	México, S. Magallanes	Tubería, explosión	Gas	41	32	-
1981	4.05	México, San Luis Potosí	Ferrovial, fuga	Cloro	28	1 000	5 000
1984	17.12	México, Matamoros	Carretero	Amoniaco	-	182	3 000
1986	25.12	México, Cárdenas	Tubería, fuga	Gas	-	2	>20 000
1991	22.04	México, Guadalajara	Ducto, explosión	Gasolina	300	-	-
	21.05	México, Cd. México	Carretero	Acido Clorhídrico	-	200	500
1994	27.01	México, Ormeilca, Veracruz	Ducto, derrame	Crudo	-	-	-
2002	15.06	México, Ormeilca, Veracruz	Ducto, derrame	Crudo	-	-	-
2003	05.06	México, Nogales, Veracruz	Ducto, derrame	Crudo	-	-	-
2005	08-07	México, Dos Bocas-Cunduacan	Ducto, explosión	Gas	5	10	800

Fuente: OECD, MHIDAS, TNO, SEI, UBA-Handbuch Stoerfaelle, SIGMA, Press Reports, UNEP, BARPI

http://www.paho.org/Spanish/PED/ProductosQuimicos/Quimicos/index_folder/word_html/1/home1.html

Sustancias de mayor índice de accidentes a nivel nacional

NOMBRE DE LA SUSTANCIA	% DE ACCIDENTES
Petróleo crudo	42.08
Gasolina	7.83
Diesel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L. P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido Sulfúrico	2.26
Solventes Orgánicos	1.09
Otras Sustancias	27.21

VI.2. Con base en los DTI'S de la ingeniería de detalle, identificar y jerarquizar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de algunas de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP): Análisis de Modo de Falla y Efecto (FMEA) y Árbol de Fallas: o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de estas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma en caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

VI.2.1 Metodologías aplicadas

Metodologías adecuadas en los Estudios de Riesgos

Etapa de Desarrollo del Proyecto	¿QUÉ PASA SI?	Lista de verificación	¿QUÉ PASA SI?/ Lista de verificación	HAZOP	FMEA	AF Árbol de fallas	AE Árbol de eventos	ACH Análisis de confiabilidad humana	FCC Análisis de las fallas con causas común
Investigación y desarrollo	X								
Diseño conceptual.	X	X	X						
Operación de la unidad piloto	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniería de detalle	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construcción y arranque	X	X	X					X	X
Operación rutinaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Expansión o modificación	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Investigación de accidentes	X			X	X	X	X	X	X
Desmantelamiento	X	X	X						

Para el Análisis de Identificación de peligros, se propone como metodología base el "HAZOP" para este tipo de Instalaciones, esta metodología se puede aplicar en las etapas de ingeniería de detalle y en la etapa de construcción y arranque.

Análisis e Identificación de Peligros mediante “HAZOP”

El HAZOP fue iniciado en los años sesentas por la división Mond de la compañía Imperial Chemical Industries (ICI), con el objeto de mejorar los estándares de operación y seguridad de sus plantas existentes hasta ese entonces. Posteriormente, la compañía ICI introdujo esta técnica para sus nuevos proyectos o ampliaciones de plantas. La técnica se extendió en Inglaterra y posteriormente en toda Europa y en Estados Unidos. En México las primeras aplicaciones de esta técnica fueron hasta mediados de la década de los ochentas, pero su mayor difusión y auge surgió durante la década de los noventas. Las características principales de esta técnica se describen a continuación:

- HAZOP es una de las metodologías más rigurosas y sistematizada de identificación de peligros, orientada a reducir la posibilidad de que algún sistema o subsistema quede sin analizar y evaluar sus potenciales peligros.
- HAZOP aplica perfectamente en etapas de ingeniería de detalle, operación, expansión o modificación de un proceso.
- HAZOP proporciona información completa de los posibles escenarios riesgosos, de sus consecuencias y medidas de mitigación, y permite jerarquizar los diferentes eventos.

El estudio de Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP) es una metodología formal de análisis sistemático y crítico al proceso y a los propósitos del diseño de las instalaciones nuevas o existentes, para valorar el potencial de los peligros por un mal funcionamiento o mala operación de los diferentes equipos y de sus respectivas consecuencias a las instalaciones, al personal o al ambiente en caso de presentar problemas o desviaciones a su propósito o intención de diseño original.

Los objetivos básicos que debe cubrir un estudio HAZOP son entre otros:

- a) Identificación de Peligros, donde se identifican las características de los materiales de la planta, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
- b) Identificación de Problemas de Operabilidad, donde se identifica los problemas potenciales operativos, los cuales podrían ocasionar que se presenten fallas en alcanzar la productividad y metas de diseño establecidas.

La técnica del HAZOP requiere la formación de un grupo multidisciplinario donde un líder o encargado de desarrollar y llevar las sesiones de trabajo, estimula la imaginación de los integrantes del equipo de una manera sistemática y mediante una lluvia de ideas (brainstorming) a través de la cual cada uno de los integrantes del equipo puede imaginar “desviaciones” a los propósitos originales de diseño, utilizando

“palabras clave” que al ser analizadas por el grupo de trabajo, permitan una búsqueda sistemática de los peligros y/o problemas operativos ocultos en la planta.

En la ejecución de un estudio HAZOP se utilizan varios términos con significado especial y que deben ser entendidos por cada uno de los participantes para asegurar un adecuado enfoque y direccionamiento en la identificación de los peligros en el proceso. Entre estos términos se tienen:

Término	Definición
Sección de proceso (nodo o subsistema de estudio)	Las secciones de equipo con fronteras definidas (por ejemplo, una línea entre dos recipientes) o los sitios en los DTI's (por ejemplo, un reactor) sobre los cuales los parámetros del proceso son analizados para encontrar sus desviaciones.
Intención de diseño	Definición del propósito y función del nodo o subsistema analizado, cómo se espera que opere en condiciones normales. Esta puede ser tanto descriptiva como esquemática (por ejemplo, la descripción del proceso, los diagramas de flujo, los diagramas de líneas, DTIs).
Parámetro de proceso	Una propiedad física o química asociada a un proceso. Incluye aspectos generales tales como reacción, mezclado, concentración, PH y aspectos específicos como temperatura, presión, fase y flujo.
Palabra Guía	Palabra con un significado específico que describe una variación o desviación cualitativa o cuantitativa de un parámetro de proceso, respecto a ciertas condiciones o valores preestablecidos de operación.
Desviación	Combinación entre la palabra guía y la variable o parámetro de proceso que genera la desviación a la intención de diseño del nodo.
Causas	Modos o formas en que una desviación a la intención de diseño puede ocurrir. Se busca si la desviación bajo estudio tiene una causa verosímil y que sea importante. Estas causas pueden ser fallas en hardware, errores humanos, estados no previstos del proceso (por ejemplo, cambios en la composición), discontinuidades externas (por ejemplo pérdida de energía), etc.
Consecuencias	Resultados de las desviaciones a la intención de diseño provenientes del análisis de la desviación bajo estudio (por ejemplo, liberación de materiales tóxicos). Normalmente el equipo asume que los sistemas de protección activos fallan en demanda. Las consecuencias menores que no están relacionadas al objetivo de estudio, no se consideran.
Salvaguardas	Medios o mecanismos existentes por los cuales las consecuencias o las causas pueden evitarse o mitigarse, constituidos por sistemas de ingeniería o controles administrativos (por ejemplo, alarmas de proceso, bloqueos internos, procedimientos).
Recomendaciones	Sugerencias para añadir salvaguardas o mejorar salvaguardas existentes. Contempla cambios de diseño, cambios de procedimiento, o áreas para estudio futuro (por ejemplo, adicionar una alarma de presión redundante o revertir la secuencia de dos etapas operativas).

Algunos ejemplos de desviaciones típicas de HAZOP son:

No + Flujo = No flujo

Mas + Temperatura = Mayor Temperatura

Una vez identificadas las desviaciones posibles, se determinan sus causas y sus posibles consecuencias indicando cuáles serían las condiciones en que se presentarían. En el caso de que las salvaguardas no sean suficientes para cada desviación, se procede a establecer recomendaciones para la solución de los problemas detectados.

En los casos en los que no hay suficiente información disponible para determinar si una situación representa un peligro o no, los resultados del estudio incluirán las recomendaciones para efectuar otros estudios específicos a fin de poder definir un nivel apropiado de riesgo.

La técnica HAZOP es sólo un proceso de identificación de peligros y de riesgos y no pretende la solución de todos los problemas detectados, es decir, es una técnica meramente cualitativa. De esta manera, la metodología HAZOP, como técnica de identificación de peligros y de problemas de operación, en su sentido más general, contempla la aplicación de cuatro pasos clave:

1. La identificación de una fuente de peligro (causa).
2. La identificación de las consecuencias, el impacto o el efecto que pueda presentar la materialización de un peligro potencial, identificado previamente.
3. La detección de las salvaguardas, controles y/o equipos con los que se cuente actualmente para mitigar, reducir o eliminar los efectos adversos de la materialización de un riesgo en peligro que pueda ocurrir.
4. Las recomendaciones o acciones a tomar para reducir, mitigar o eliminar los efectos de la materialización de un peligro que pueda presentarse, una vez identificados los peligros.

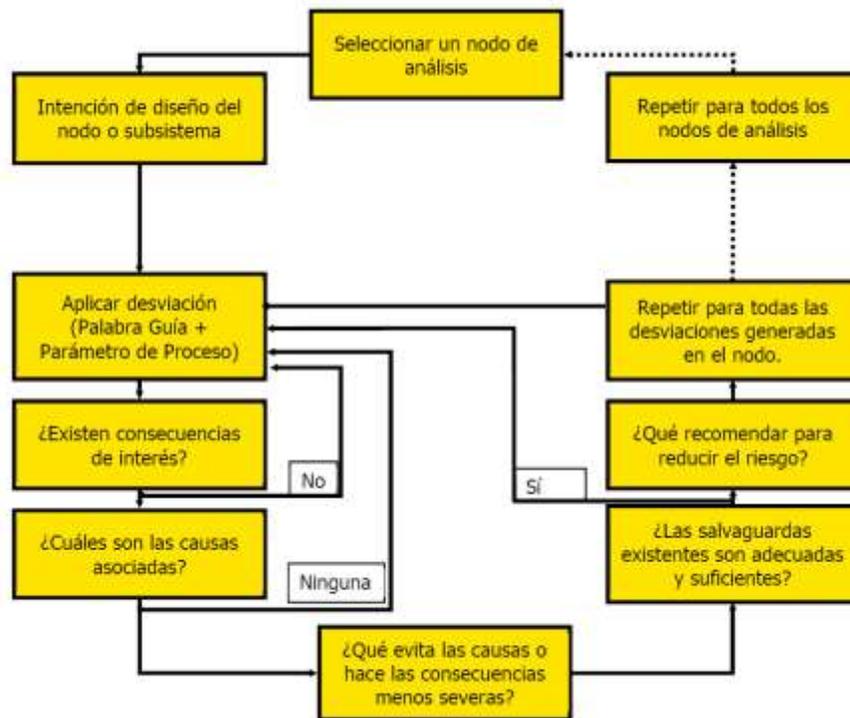
El desarrollo de un estudio de análisis HAZOP puede resumirse en las siguientes etapas:

1. Seleccionar los nodos o subsistemas de estudio (líneas de proceso, recipientes y/o equipos de proceso) siguiendo el sentido de flujo del proceso y continuando con los servicios auxiliares.
2. Establecer la intención de diseño del equipo, nodo o subsistema bajo estudio. Incluye una descripción del diseño y condiciones de operación normal de cada nodo o subsistema bajo estudio (El hecho de que la instalación funcione fuera de la capacidad de su intención de diseño significaría un riesgo potencial).
3. Aplicar las palabras guías con los parámetros de proceso correspondientes para generar las desviaciones a analizar en el nodo.
4. Aplicar las desviaciones generadas al nodo o subsistema bajo estudio.

5. Evaluar las consecuencias posibles (asumiendo que todas las protecciones no están disponibles).
6. Listar las causas que dan origen a la o las desviaciones aplicadas.
7. Listar las salvaguardas existentes (Sistemas de ingeniería o controles administrativos diseñados para prevenir las causas o mitigar las consecuencias asociadas con la desviación aplicada).
8. Recomendar las acciones necesarias para prevenir la desviación o mitigar las consecuencias.
9. Aplicar una nueva desviación en el nodo bajo estudio, hasta concluir con el listado de las desviaciones identificadas
10. Analizar un nuevo nodo o punto de estudio.

El presente reporte se ha desarrollado, basado en la metodología descrita por el American Institute of Chemical Engineers (AIChE) a través del Center for Chemical Process Safety (CCPS) aplicando la técnica HAZOP descrita en la siguiente figura:

Figura: Diagrama de Flujo para el desarrollo del análisis HAZOP



Gran parte de la información de interés arrojada por el proceso de aplicar una metodología de identificación de peligros como el HAZOP, es la identificación de accidentes potencialmente severos o catastróficos, así como la estimación de la frecuencia de su ocurrencia. La identificación de los accidentes de interés es la evaluación cualitativa del riesgo.

Jerarquización de Riesgos

Las siguientes descripciones sobre el principio ALARP y el uso de matrices de riesgos son adaptaciones de estos conceptos contemplados y considerados en la normativa interna de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Lo anterior a efecto de emplear en la jerarquización de riesgos, criterios similares a los usados por una empresa que ha hecho el manejo y almacenamiento del Gas L. P con experiencia.

Principio ALARP

ALARP (por sus siglas en inglés As Low As Reasonably Practicable) Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico.

El Principio ALARP fue desarrollado en Reino Unido. La legislación de ése país estableció el término ALARP por medio del Health and Safety at Work en 1974, el cual requiere que se mantengan las instalaciones y sus sistemas “seguros y sin riesgo a la salud” hasta donde sea razonablemente práctico. Esta última frase se interpreta como una obligación de los propietarios de las instalaciones para reducir el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente práctico.

El concepto ALARP aplica a los riesgos que se encuentran entre los considerados como “No Tolerables” y “Tolerables”. Esta idea se explica con la Figura I.5. La zona ALARP está compuesta por la zona de riesgo indeseable y la zona de riesgo aceptable con controles. En el caso de esta última, un riesgo es aceptable con controles en la región ALARP, cuando se demuestra que el costo relacionado con la reducción del riesgo (su frecuencia y/o consecuencias) es desproporcionado con respecto al beneficio que se obtiene.

El Principio ALARP surge del hecho de que sería posible emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo al tratar de reducir los niveles de riesgo a un valor de cero, lo cual en la práctica no es costeable ni posible.

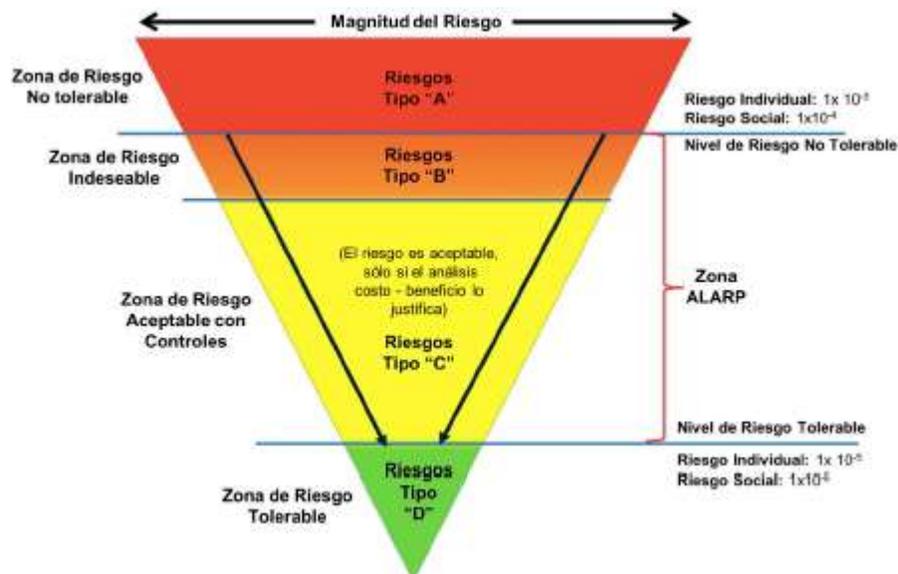


Figura Principio ALARP

Fuente: Health and Safety at Work, etc. Act. 1974

Matriz de Riesgos

Es una escala de valores de riesgo que se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos riesgos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la Instalación y que puedan apoyar la toma de decisiones.

Esa escala debe de cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar;
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales;
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente, producción e instalaciones).
- Definir claramente los niveles de riesgo "No Tolerable", "Indeseable", "Aceptable con Controles" y "Tolerable".

Las matrices de riesgo normalmente se emplean para clasificar inicialmente el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo de éstos. La matriz aplica única y exclusivamente para la Instalación que la desarrolla.

La matriz de riesgos es una gráfica en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre él personal, la población, el medio ambiente, la producción y las instalaciones. La matriz está dividida en regiones que representan los “Riesgos No Tolerables”, “Indeseables”, “Aceptables con Controles” y “Tolerables”.

Por un lado, las ventajas en el uso de una matriz de riesgos son, entre otras, las siguientes:

- Es simple de entender y fácil de aplicar, y
- Bajo costo de aplicación.

Por otro lado, algunas de las desventajas que se tienen al utilizar una matriz de riesgos son las siguientes:

- La evaluación de la frecuencia de ocurrencia es subjetiva, de “Muy Frecuente” a “Extremadamente Raro”;
- Las categorías de frecuencias y de consecuencias son cualitativas y generan un alto grado de incertidumbre

De este modo se observa que la jerarquización de riesgos permite hacer una clasificación de los peligros potenciales identificados en función del nivel de gravedad de sus consecuencias y de la frecuencia con que se pueden presentar dependiendo de las causas que les den origen. Lo anterior permite generar categorías para clasificar estos riesgos. Las categorías de riesgo identifican a los contribuyentes importantes en los riesgos de la instalación.

La jerarquización de riesgos se aplica para cada escenario de riesgo identificado en el proceso del análisis HAZOP para cada nodo o subsistema planteado. La jerarquización de riesgos considera la ponderación de las dos principales variables que constituyen al riesgo, la frecuencia “F” y de la consecuencia “C”.

En la jerarquización de riesgos, se asigna un valor numérico a la frecuencia y a la consecuencia para cada uno de los escenarios identificados o desarrollados por cada desviación de cada subsistema. La asignación de la clasificación del valor numérico puede darse en función de criterios tomados de la experiencia y cuya

escala puede diseñarse con todos los valores intermedios que se estimen entre el valor mínimo y el máximo.

Una vez analizados los nodos y sistemas según sea el caso se realizan las ponderaciones de la frecuencia “F” y de la consecuencia “C”, como apoyo para cuantificar el riesgo de cada una de las desviaciones analizadas. La ponderación de la frecuencia se muestra en la Tabla 1.13, donde se asigna un valor numérico de 1 hasta 6 para la desviación (escenario) dependiendo de cuantas veces ha ocurrido o bien cuantas veces puede ocurrir.

Tabla de Frecuencias

Categoría de frecuencia	Tipo	Comentario
6	Muy Frecuente	Ocorre una o más veces por año
5	Frecuente	Ocorre una vez en un periodo de entre 1 y 3 años
4	Poco Frecuente	Ocorre una vez en un periodo de entre 3 y 5 años
3	Raro	Ocorre una vez en un periodo de entre 3 y 5 años
2	Muy Raro	Ocorre una vez en la vida útil de la planta
1	Extremadamente Raro	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no se tiene ningún registro.

Referencia: PETROLEOS MEXICANOS (normatividad interna)

Asimismo, es necesario ponderar la consecuencia, “C”, la cual es la severidad de la lesión o de la pérdida física, funcional o monetaria que puede resultar si se pierde el control de un riesgo. En la Tabla 1.14 se presentan los valores numéricos que se le pueden asignar a este factor de la magnitud de riesgo en función de la magnitud de las consecuencias esperadas de acuerdo a la descripción presentada en la misma.

La asignación de la clasificación del valor numérico puede darse en función de criterios tomados de la experiencia y cuya escala puede diseñarse con todos los valores intermedios que se estimen entre el valor menor y el máximo.

Tabla de consecuencias

Cate goría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción [USD]	Daños a la instalación [UD]
6	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 fatalidades.	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 100 fatalidades.	Fuga o derrame externo que no se pueda controlar en una semana.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
5	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades.	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 15 a 100 fatalidades.	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en una semana.	De 15 MM a 50 MM	De 15 MM a 50 MM
4	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades.	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades.	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en un día.	De 5 MM a 15 MM	De 5 MM a 15 MM
3	Heridas o daños físicos que generan suspensión laboral.	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización a gran escala.	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en algunas horas.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
2	Heridas o daños físicos Reportables y/o que se atienden con primeros auxilios.	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que requiere de evacuación. Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar.	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar).	De 250 mil a 500 mil	De 250 mil a 500 mil
1	No se esperan heridas o daños físicos.	No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.	No hay fuga o derrame externo.	Hasta 250 mil	Hasta 250 mil

Con las ponderaciones de la frecuencia y de cada consecuencia se procede a determinar la magnitud del riesgo de acuerdo con la ecuación (1):

$$MR = F * C \dots\dots(1)$$

Dónde:

MR = Magnitud del riesgo

F = Frecuencia

C = Consecuencia

La ponderación asignada para la frecuencia y la severidad de las consecuencias (reflejada en daños al personal, efectos en la población, impacto al ambiente, pérdida de producción y daños a la instalación) generadas en cada desviación, así como la ponderación del Riesgo resultante (Frecuencia X Consecuencia) se representan esquemáticamente en las Matrices de Riesgo (ver Figura 1.6). En ellas se indican las áreas o regiones del riesgo jerarquizado (No tolerable, Región ALARP y riesgo Tolerable) y dentro de éstas se ubican las desviaciones (escenarios) identificadas en el HAZOP.

POBLACIÓN						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Red
F5	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
F4	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red
F3	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Red
F2	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
F1	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow

PRODUCCIÓN/INSTALACIÓN						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Red
F5	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
F4	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red
F3	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Red
F2	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
F1	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow

AMBIENTAL						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Red
F5	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
F4	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red
F3	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Red
F2	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
F1	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow

PERSONAL						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Red
F5	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
F4	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red
F3	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Red
F2	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
F1	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow

Definir y fraccionar la Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo en nodos o sistemas de análisis:

Los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) empleados en el desarrollo del presente AnálisisHazOp, se indican en el Apéndice "H". En los mismos Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) se indican los nodos correspondientes revisados por el presente HAZOP. Este estudio de identificación de peligros "HAZOP" analizó cuatro (4) nodos. Las hojas de trabajo HAZOP resultante de la aplicación de este Análisis HAZOP, se incluyen en el Apéndice "I".

Nodo	Sección
1	Desde conexión del LPGDUCTO de 20" de diámetro de Venta de Carpio a Santa Ana pasando por el Patín de Regulación y Medición PM-01 hacia Cabezal General de llenado de Esferas de Almacenamiento existentes (TE-01, TE-02) y esferas nuevas (TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07 Y TE-08)
2	Desde suministro de Gas LP por Autotanque en Área de Descargaderas existentes No. 1, 2, y a futuro No. 3 y 4 hacia la succión de Bombas de Carga de Descargaderas a Esferas existentes BA-01 A/B, BA-02 A/B y nuevas Ba-03 A/B Y Ba-04 A/B y descarga de estas bombas hacia FILTRO FG-01 A/B y del Filtro hacia Cabezal General de Llenado de Esferas de Almacenamiento existentes (TE-01, TE-02) y esferas nuevas (te-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07 Y TE-08). Incluye conexiones del Sistema de Recuperación de Vapores de Esferas hacia Auto-Tanques de Descargaderas.
3	Desde alguna de las Esferas de Almacenamiento existentes (TE-01, TE-02) o Esferas Nuevas (TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07 Y TE-08) hacia Cabezal General de Succión a alguna de las Bombas de Carga a Llenaderas BA-05, BA-06 (Llenaderas 1 y 2) o BA-07, BA-08 (Llenaderas 3 y 4)
4	Desde la descarga de alguna de las Bombas de Carga a Llenaderas BA-05, BA-06 (Llenaderas 1 y 2) o BA-07, BA-08 (Llenaderas 3 y 4) incluyendo conexiones con el Sistema de Recuperación de Vapores y conectores herméticos de manguera a autotanques.

Nodos analizados y desviaciones HAZOP evaluadas:

Nodo	Descripción	Desviaciones	
1	DPDEE CONEXION DEL LPGDUCTO DE 20" DE DIAMETRO DE VENTA DE CARPIO A SANTA ANA PASANDO POR EL PATIN DE REGULACION Y MEDICION PM-01 HACIA CABEZAL GENERAL DE LLENADO DE ESFERAS DE ALMACENAMIENTO EXISTENTES (TE-01, TE-02) Y ESFERAS NUEVAS (TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07 Y TE-08)	1.1	Mayor Presión
		1.2	Menor Presión
		1.3	Mayor Flujo
		1.4	Menos Flujo
		1.5	Flujo Inverso
		1.6	Mayor Temperatura
		1.7	Menor Temperatura
		1.8	Pérdida de Contención
2	DPDEE SUMINISTRO DE GAS LP POR AUTOTANQUE EN AREA DE DESCARGADERAS EXISTENTES NO. 1, 2, Y A FUTURO NO. 3 Y 4 HACIA LA SUCCION DE BOMBAS DE CARGA DE DESCARGADERAS A ESFERAS EXISTENTES BA-01 A/B, BA-02 A/B Y NUEVAS BA-03 A/B Y BA-04 A/B Y DESCARGA DE ESTAS BOMBAS HACIA FILTRO FG-01 A/B Y DEL FILTRO HACIA CABEZAL GENERAL DE LLENADO DE ESFERAS DE ALMACENAMIENTO EXISTENTES (TE-01, TE-02) Y ESFERAS NUEVAS (TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07 Y TE-08). INCLUYE CONEXIONES DEL SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES DE ESFERAS HACIA AUTO-TANQUES DE DESCARGADERAS	2.1	Mayor Presión
		2.2	Menor Presión
		2.3	Mayor Flujo
		2.4	Menos Flujo
		2.5	Flujo Inverso
		2.6	Mayor Temperatura
		2.7	Menor Temperatura
		2.8	Pérdida de Contención
3	DPDEE ALGUNA DE LAS ESFERAS DE ALMACENAMIENTO EXISTENTES (TE-01, TE-02) O ESFERAS NUEVAS (TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07 Y TE-08) HACIA CABEZAL GENERAL DE SUCCION A ALGUNA DE LAS BOMBAS DE CARGA A LLENADERAS BA-05, BA-06 (LLENADERAS 1 Y 2) O BA-07, BA-08 (LLENADERAS 3 Y 4)	3.1	Mayor Presión
		3.2	Menor Presión
		3.3	Mayor Flujo
		3.4	Menos Flujo
		3.5	Flujo Inverso
		3.6	Mayor Temperatura
		3.7	Menor Temperatura
		3.8	Mayor Nivel
		3.9	Menor Nivel
		3.10	Pérdida de Contención
4	DPDEE LA DESCARGA DE ALGUNA DE LAS BOMBAS DE CARGA A LLENADERAS BA-05, BA-06 (LLENADERAS 1 Y 2) O BA-07, BA-08 (LLENADERAS 3 Y 4) INCLUYENDO CONEXIONES CON EL SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES Y CONECTORES HERMETICOS DE MANGUERA A AUTOTANQUES.	1.1	Mayor Presión
		1.2	Menor Presión
		1.3	Mayor Flujo
		1.4	Menos Flujo
		1.5	Flujo Inverso
		1.6	Mayor Temperatura
		1.7	Menor Temperatura
		1.8	Pérdida de Contención

DEFINICIÓN DE ESCENARIOS A SIMULAR SUS CONSECUENCIAS

A efecto de tomarse en cuenta todos los aspectos de riesgo asociado con estas instalaciones y conforme a los resultados del Análisis e Identificación de peligros “HAZOP” en los nodos analizados por esta metodología, se definirán los escenarios donde se hará la simulación de consecuencias. Estos escenarios son los escenarios de referencia o base donde se hará el análisis de consecuencias respectivo de cada uno de los nodos que conforman las instalaciones y que se observe se tengan condiciones de escape o liberación de materiales peligrosos al ambiente. Además, en los casos donde se manejen sustancias peligrosas a través de alguna tubería, se ha considerar la fuga a través de un orificio de diámetro nominal y la ruptura total de la misma. Por otra parte, para el caso de los equipos de proceso y tanques de almacenamiento, deberá considerarse los casos de liberación masiva de toda la sustancia manejada.

Los escenarios a ser simulados y el origen de los mismos a partir de las Hojas de Trabajo HAZOP, se describen en la siguiente Tabla:

No.	Identificación HaZop	Desviación Hazop	Sección / sustancia	Descripción del Escenario
1	1.1, 1.8	MAYOR PRESION / PERDIDA DE CONTENCION	GAS L. P.	LIBERACION DE GAS L. P. POR UNIONES Y/O BRIDAS EN CONEXIONES DE TUBERIA EN PATIN DE MEDICION Y REGULACION PM-01 CORRIENTE ARRIBA DEL MISMO AL RECIBIR GAS L. P. POR DUCTO.
2	2.1, 2.3, 2.8	MAYOR PRESION / MAYOR FLUJO / PERDIDA DE CONTENCION	GAS L. P.	LIBERACION DE GAS L. P. POR UNIONES Y/O BRIDAS EN CONEXIONES DE ALGUNA DE LAS BOMBAS DE CARGA DE AUTOTANQUES EN LLENADERAS HACIA ALGUNA DE LAS ESFERAS DE ALMACENAMIENTO TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08
3	3.8, 3.10	MAYOR NIVEL / PERDIDA DE CONTENCION	GAS L. P.	LIBERACION MASIVA DE GAS L. P AL AMBIENTE EN ALGUNA DE LAS ESFERAS DE ALMACENAMIENTO TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08. POR RUPTURA EN ALGUNA DE LAS LINEAS DE SUMINISTRO O SALIDA DE GAS L. P DE ESFERAS
4	4.1, 4.3, 4.8	MAYOR PRESION / MAYOR FLUJO / PERDIDA DE CONTENCION	GAS L. P.	LIBERACION DE GAS L. P. POR UNIONES DE CONEXIONES DE MANGUERAS EN AUTO-TANQUES DE LLENADERAS

VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, Masa disponible y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de alto riesgo	IDLH	5 KW/m² o 1 500 BTU/Pie²h	1.0 lb/plg²
Zona de amortiguamiento	TLVs O TLV₁₅	1.4 KW/m² o 440 BTU/Pie²h	0.5 lb/plg²

Criterios de escenarios:

Nombre del simulador a utilizar

Las evaluación se realizará haciendo uso del Software ALOHA® 5.4.7, el cual nos ayudará a examinar el progreso de un incidente potencial desde la descarga inicial en campo incluyendo la modelación de la propagación de la piscina y la evaporación, y los efectos tóxicos e inflamables.

Diámetro equivalente de fuga

El diámetro equivalente de fuga se determinará siguiendo los “Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos” documento DCO-GDOESSPA-CT-001 revisión 1 con fecha 30 de septiembre del 2011.

Tabla 9 del documento DCO-GDOESSPA-CT-001

Para el caso más probable	Líneas de proceso: $\frac{3}{4}'' \leq DN \leq 4''$	DEF = 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de línea de proceso
	Línea de proceso o ducto: $2'' < DN \leq 4''$	DEF = 0.6" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura.
	Línea de proceso o ducto: $6'' \leq DN$	DEF = 0.75" para DN de 6" a 14" DEF = 1.25" para DN de 16" a 24" DEF = 2.00" para DN mayores de 30" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso
	Sello mecánico en equipo de proceso rotatorio. Empaquetaduras o válvulas de proceso.	DEF = Calcularlo con el 40 % del área anular que resulte
	El DEF en el cuerpo de un recipiente, será aquel que sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgo.	

Taza de descarga o gastos

La Taza de descarga o gastos se calcula en el simulador ALOHA® 5.4.7 con el programa interno de cálculo para descarga de gases, líquidos y vapor a través de un orificio:

Ecuación para el cálculo de la Descarga de Líquido

$$G_L = C_d * A D \left(\frac{2(p-p_a)}{D} + 2 gh \right)^{1/2}$$

G_L = Velocidad de descarga del líquido kg/s

C_d = Coeficiente de descarga sin unidades

A = Área asociada de orificio de (m²)

$$A_n = \frac{\pi d_n^2}{4}$$

D = Densidad del líquido (kg/m³)

p = Presión de almacenamiento de líquido (N/m² absoluta)

P_a = Presión ambiental (N/m² absoluta)

Y = Capacidad de calor específico de los gases ideales de liberación, sin unidades

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

h = Altura del líquido sobre el orificio (m)

Descripción de escenarios en la Terminal de Almacenamiento y distribución de Gas L.P Tepeji del Río, Hidalgo

No.	Tipo de Caso	Escenario	Descripción
1	Caso Probable	Fuga	Liberación de Gas L.P: por uniones y/o bridas en conexiones de tubería en patín de medición y regulación PM-01 corriente arriba del mismo al recibir Gas LP por ducto
2	Caso Probable	Fuga	Liberación de gas L. P. por uniones y/o bridas en conexiones de alguna de las bombas de carga de autotanques en llenaderas hacia alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08
3	Caso Probable	Fuga	Liberación de Gas LP. por uniones de conexiones de mangueras en auto-tanques de llenaderas.
	Peor Caso	Ruptura de línea	Liberación masiva de Gas LP al ambiente en alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08. por ruptura en alguna de las líneas de suministro o salida de Gas LP de esferas.

No 1: Caso más probable de riesgo

Jet Fire de la fuga de Gas LP en la tubería de 6" que distribuye el gas en el patín de medición y regulación PM-01 corriente arriba del mismo.

Descripción del escenario de riesgo

Pérdida de contención de Gas LP por un orificio de 0.75" (DEF = 0.75" para DN de 6" a 14") en las uniones bridadas o soldadas de la tubería de 6" de diámetro nominal de la línea 6" – PG – 120 –MD35A La pérdida de contención se daría por falla en soldadura o daño externo.

Descripción de la secuencia de evento más probable.

- a) La línea de 6" de entrada al patín de medición de gas LP opera a una Presión normal entre 21-32 kg/cm² (299 - 455 psig) y a temperatura de 16 °C
- b) Existe la posibilidad de una Alta Presión en el ducto que puede ser ocasionado por:
 - Alta presión de bombeo.
 - Expansión del fluido por aumento de temperatura del exterior
 - Error humano en la revisión del estado de las válvulas
- c) Se puede presentar la pérdida de contención por un orificio de 0.75" de Diámetro Equivalente.
- d) Se considera que la dirección de la fuga es horizontal.
- e) Tasa de descarga o flujo másico en kg/s, se calcula internamente en el software ALOHA® 5.4.7.

Condiciones ambientales

Se utilizará como temperatura ambiente de 25 °C, humedad relativa media de 57 % y presión atmosférica.

Tipo de área de localización de la instalación:

Se considerará un área de proceso y un terreno generalmente plano.

Condiciones meteorológicas

Se utilizará la siguiente combinación de velocidades de viento y estabilidad de pasquill, 1.5 m/s y una categoría F, y para la dirección de vientos se tomaran los vientos reinantes del Sur-oeste (SW).

Sustancia peligrosa bajo estudio

Gas LP compuesto por Propano 60 % volumen y Butano en un 40 % volumen.

Fase de almacenamiento

El Gas LP se encuentra en las tuberías y en los recipientes en estado líquido.

Inventario disponible para fuga

Considerando un seccionamiento de ducto de 1000 m de tubería del LPGducto de 20" de diámetro Venta de Carpio - Santa Ana, se tiene un inventario disponible de 437 kg (810 m³ de gas LP con una densidad de 0.54 kg/litro).

Criterios para determinar el tiempo máximo de fuga

Sistemas de detección en el área de Patín de Medición:

El sistema de detección mediante los detectores de mezclas explosivas en área del patín de regulación y medición calibrado para alarmar presencia de mezcla explosiva en un intervalo del 20 hasta el 60 % del LEL (Límite Inferior de Explosividad), estando sus señales analógicas monitoreadas por el SCD en la Instalación. Un LEL alto y un LEL alto-alto serán fijadas como alarmas por el SCD a 12% y 20% respectivamente. Cualquiera de las alarmas le avisa al operador que se ha detectado un nivel peligroso de gas combustible. Cualquier problema común de los detectores de gas "FALLA DE DETECTORES" es constantemente monitoreado por el SCD como una señal digital.

Sistemas de aislamiento en el área de Patín de Medición:

Se tienen estaciones de válvulas automatizadas de seccionamiento con transmisor de presión a lo largo del LPGducto. Se activa el sistema de paro por emergencia cuando los Detección de fuego o mezcla de gases explosivos detectan la mezcla explosiva y se “Cierra la válvula PDE de las Instalaciones de Interconexión (SDV-101) para cerrar el flujo del gasoducto a la Planta, así como la válvula de llenaderas (SDV-100).

Duración máxima de la fuga

En la determinación del tiempo de detección y aislamiento se puede seguir el siguiente criterio:

Tipo de sistema de detección	Clasificación de detección
Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.	A
Detectores localizados convenientemente para determinar cuando el material está presente fuera de la cubierta contenedora de presión.	B
Detección visual, cámaras o detectores con cobertura marginal.	C
Tipo de sistema de aislamiento	Clasificación de aislamiento
Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.)	A
Sistemas de aislamiento o paro activados por los operadores en el cuarto de control o en otras localizaciones remotas con respecto a la fuga. (Válvulas FIC, TIC, PIC, etc.)	B
El aislamiento depende de válvulas operadas manualmente (toma de muestras, drenes, etc.)	C

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considerará una detección “A”

Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.

Por lo tanto se considerará un aislamiento “A”

Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.).

Tiempo de duración de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento

Sistema de detección	Sistema de aislamiento	Tiempo de Duración de la fuga
A	A	20 minutos para fugas de ¼" 10 minutos para fugas de 1" 5 minutos para fugas de 4"
A	B	30 minutos para fugas de ¼" 20 minutos para fugas de 1" 10 minutos para fugas de 4"
A	C	40 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
B	A o B	40 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
B	C	60 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
C	A, B o C	60 minutos para fugas de ¼" 40 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considera un tiempo máximo de 10 minutos de duración máxima de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento (10 minutos para fugas de hasta 1").

No 1. Datos del escenario. \ Terminal de Almacenamiento Tepeji \ FUGA DE GAS LP \ Fuga de 0.75"									
Clave: TA-TEPEJI-CMP-01-P		Nombre: Jet Fire de la fuga de Gas LP en la tubería de 6" de diámetro nominal de la línea 6" – PG – 120 –MD35A que distribuye el gas en el patín de medición y regulación PM-01 corriente arriba del mismo					Tipo se caso ¹ : CMP		
Elab.: JROC		Descripción: La descarga a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.					Fecha: 20/Mayo/2018		
Objetivo:		Evaluar las posibles afectaciones en el entorno.					ALOHA® 5.4.7		
II. Sustancias involucradas.									
Nombre: Gas LP		Composición		% molar		% másico		% vol. <input checked="" type="checkbox"/>	
Compuesto		%		Tox.		Inf.		IDLH	
Propano		60				<input checked="" type="checkbox"/>			
Butano		40				<input checked="" type="checkbox"/>			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.									
Presión: 32 kg/cm2 (455 psi)		Temperatura: 16 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e. <input checked="" type="checkbox"/>	
Fase del material liberado:				Vapor		Líquido <input checked="" type="checkbox"/>		Vapor y líquido	
Contenedor:		Cilindro		Esfera		Tubería <input checked="" type="checkbox"/>		Otro:	
Tipo de fuga:		Falla catastrófica		Válvula de alivio		Orificio en cuerpo o tubería <input checked="" type="checkbox"/>		Cizalla de tubería, otro	
Alto del recipiente: N/A			Diámetro o ancho del recipiente: 6 in			Largo del recipiente: 10 000 m			
Diámetro equivalente del orificio: 0.75 in			Elevación del punto de liberación: N/A						
Dirección de la fuga:									
Vertical		horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		hacia abajo		golpea contra		inclinada (ángulo) N/A	
Tiempo estimado de liberación: Descarga continua durante 10 minutos					Masa disponible: 437 kg (810 m3 de gas LP con una densidad de 0.54 kg/litro)				
					Taza de descarga: 505 litros/min (603 pounds/min)				
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.									
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica):				Velocidad del viento de 1.5 m/s y una estabilidad atmosférica F					
Temperatura atmosférica				25 °C					
Temperatura del suelo (si distinta a la atmosférica)				25 °C					
Humedad atmosférica				57%					
Tipo de suelo				Terreno abierto con objetos aislados					
Direcciones dominantes del viento				Sur-oeste (SW)					
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga).									
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3		Sitio 4			
VI. Estados finales para análisis.									
Dardo, antorcha o jet de fuego		<input checked="" type="checkbox"/>		Charco de fuego		Incendio de nube o flamazo			
Explosión de nube				BLEVE / bola de fuego		Nube tóxica			
VII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)									
Alcance por toxicidad ¹ del compuesto:			Alcance de la radiación térmica (kw/m2)			Alcance de la sobre-presión (kg/cm2)			
IDLH	STEL	TWA	1.4	5	0.035 (0.5 psi)	0.07 (1 psi)			
			45 m (50 yardas)	24 m (27 yardas)	197 m (216 yardas)	129 m (142 yardas)			
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½LFL - 195 m (214 yardas)		LFL - _m		
Recomendaciones:									
¹ PC= Peor caso, CMP= Caso más Probable, CA= Caso Alterno					² El peor alcance en caso de participar más de un compuesto tóxico.				

No 2: Caso más probable de riesgo

Liberación de gas L. P. por uniones y/o bridas en conexiones de alguna de las bombas de carga de autotanques en llenaderas hacia alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08.

Descripción del escenario de riesgo

Pérdida de contención de Gas LP por un orificio de 0.6" (DEF = 0.6" por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura) en las uniones bridadas o soldadas de la tubería de 3" de diámetro nominal de la línea 3" – PG – 100 –MB34A o línea 4" – PG – 400 –MB34A.

Descripción de la secuencia de evento más probable.

- f) La línea de 3" o 4" de descarga de las bombas opera a una Presión normal de 9.52 kg/cm² (135 psig) y a temperatura de 16 °C
- g) Existe la posibilidad de una Alta Vibración en el Motor de la Bomba o en la propia Bomba de descarga derivado de:
 - Una Falla mecánica de la bomba (desbalanceada, desalineada, rodamientos desgastados, tornillos flojos)
 - Velocidad de los motores por debajo de RPM requerido
 - Falla hidráulicas de la bomba (operar lejos del punto máximo de eficiencia de la bomba, flujo turbulento, evaporación del líquido, recirculación, trabajar la bomba cerca de la velocidad crítica)
- h) Se puede presentar la pérdida de contención por un orificio de 0.6" de Diámetro Equivalente.
- i) Se considera que la dirección de la fuga es horizontal.
- j) Tasa de descarga o flujo másico en kg/s, se calcula internamente en el software ALOHA® 5.4.7.

Condiciones ambientales

Se utilizará como temperatura ambiente de 25 °C, humedad relativa media de 57 % y presión atmosférica.

Tipo de área de localización de la instalación:

Se considerará un área de proceso y un terreno generalmente plano.

Condiciones meteorológicas

Se utilizará la siguiente combinación de velocidades de viento y estabilidad de pasquill, 1.5 m/s y una categoría F, y para la dirección de vientos se tomaran los vientos reinantes del Sur-oeste (SW).

Sustancia peligrosa bajo estudio

Gas LP compuesto por Propano 60 % volumen y Butano en un 40 % volumen.

Fase de almacenamiento

El Gas LP se encuentra en las tuberías y en los recipientes en estado líquido.

Inventario disponible para fuga

Considerando un autotanke con una capacidad estándar de 30 000 litros de gas LP en un autotanke, se tendría un inventario disponible de 16 200 kg (16.2 m³ de gas LP con una densidad de 0.54 kg/litro).

Criterios para determinar el tiempo máximo de fuga

Sistemas de detección en el área de Llenaderas y Descargaderas de auto tanques:

El sistema de detección mediante los detectores de mezclas explosivas (detectores y alarmas del Sistema de gas y Fuego) en área de Bombas calibrado para alarmar presencia de mezcla explosiva en un intervalo del 20 hasta el 60 % del LEL (Limite Inferior de Explosividad), estando sus señales analógicas monitoreadas por el SCD en la Instalación. Un LEL alto y un LEL alto-alto serán fijadas como alarmas por el SCD a 12% y 20% respectivamente. Cualquiera de las alarmas le avisa al operador que se ha detectado un nivel peligroso de gas combustible. Cualquier problema común de los detectores de gas "FALLA DE DETECTORES" es constantemente monitoreado por el SCD como una señal digital.

Sistemas de aislamiento en el área de Llenaderas y Descargaderas de auto tanques:

Se activa el sistema de paro por emergencia cuando los Detectores de fuego o mezcla de gases explosivos detectan la mezcla explosiva y se “Cierre de las válvulas PDE de las líneas de alimentación a las 8 esferas (SDV- 103/105/107/109/111/113/115/117), Paro de cualquier bomba de carga de autotanques que esté en operación.

Duración máxima de la fuga

En la determinación del tiempo de detección y aislamiento se puede seguir el siguiente criterio:

Tipo de sistema de detección	Clasificación de detección
Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.	A
Detectores localizados convenientemente para determinar cuando el material está presente fuera de la cubierta contenedora de presión.	B
Detección visual, cámaras o detectores con cobertura marginal.	C
Tipo de sistema de aislamiento	Clasificación de aislamiento
Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.)	A
Sistemas de aislamiento o paro activados por los operadores en el cuarto de control o en otras localizaciones remotas con respecto a la fuga. (Válvulas FIC, TIC, PIC, etc.)	B
El aislamiento depende de válvulas operadas manualmente (toma de muestras, drenes, etc.)	C

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considerará una detección “A”

Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.

Por lo tanto se considerará un aislamiento “A”

Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.).

Tiempo de duración de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento

Sistema de detección	Sistema de aislamiento	Tiempo de Duración de la fuga
A	A	20 minutos para fugas de ¼" 10 minutos para fugas de 1" 5 minutos para fugas de 4"
A	B	30 minutos para fugas de ¼" 20 minutos para fugas de 1" 10 minutos para fugas de 4"
A	C	40 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
B	A o B	40 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
B	C	60 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
C	A, B o C	60 minutos para fugas de ¼" 40 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considera un tiempo máximo de 10 minutos de duración máxima de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento (10 minutos para fugas de hasta 1").

No 2. Datos del escenario. \ Terminal de Almacenamiento Tepeji \ FUGA DE GAS LP \ Fuga de 0.6"									
Clave: TA-TEPEJI-CMP-02-P		Nombre: Jet Fire de la fuga de Gas LP en la tubería de 3 o 4" de diámetro nominal de la línea " de diámetro nominal de la línea 3" – PG – 100 –MB34A o línea 4" – PG – 400 – MB34A					Tipo se caso ¹ : CMP		
Elab.: JROC		Descripción: La descarga a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.					Fecha: 20/Mayo/2018		
Objetivo:		Evaluar las posibles afectaciones en el entorno.					ALOHA® 5.4.7		
II. Sustancias involucradas.									
Nombre: Gas LP		Composición		% molar		% másico		% vol. <input checked="" type="checkbox"/>	
Compuesto		%		Tox.		Inf.		IDLH	
Propano		60				<input checked="" type="checkbox"/>			
Butano		40				<input checked="" type="checkbox"/>			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.									
Presión: 9.5 kg/cm2 (135 psi)		Temperatura: 16 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e. <input checked="" type="checkbox"/>	
Fase del material liberado:				Vapor		Líquido <input checked="" type="checkbox"/>		Vapor y líquido	
Contenedor:		Cilindro		Esfera		Tubería <input checked="" type="checkbox"/>		Otro:	
Tipo de fuga:		Falla catastrófica		Válvula de alivio		Orificio en cuerpo o tubería <input checked="" type="checkbox"/>		Cizalla de tubería, otro	
Alto del recipiente: N/A			Diámetro o ancho del recipiente: 4 in			Largo del recipiente: 100 m			
Diámetro equivalente del orificio: 0.6 in			Elevación del punto de liberación: N/A						
Dirección de la fuga:									
Vertical		horizontal <input checked="" type="checkbox"/>		hacia abajo		golpea contra		inclinada (ángulo) N/A	
Tiempo estimado de liberación: Descarga continua durante 10 minutos					Masa disponible: 30 000 litros de gas LP en un autotanque, se tendría un inventario disponible de 16 200 kg (16.2 m3 de gas LP con una densidad de 0.54 kg/litro)				
Taza de descarga: 324 litros/min (386 pounds/min)									
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.									
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica):				Velocidad del viento de 1.5 m/s y una estabilidad atmosférica F					
Temperatura atmosférica				25 °C					
Temperatura del suelo (si distinta a la atmosférica)				25 °C					
Humedad atmosférica				57%					
Tipo de suelo				Terreno abierto con objetos aislados					
Direcciones dominantes del viento				Sur-oeste (SW)					
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga).									
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3		Sitio 4			
VI. Estados finales para análisis.									
Dardo, antorcha o jet de fuego		<input checked="" type="checkbox"/>		Charco de fuego		Incendio de nube o flamazo			
Explosión de nube				BLEVE / bola de fuego		Nube tóxica			
VII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)									
Alcance por toxicidad ¹ del compuesto:			Alcance de la radiación térmica (kw/m2)			Alcance de la sobre-presión (kg/cm2)			
IDLH	STEL	TWA	1.4	5	0.035 (0.5 psi)	0.07 (1 psi)			
			36 m (40 yardas)	20 m (22 yardas)	156 m (171 yardas)	100 m (110 yardas)			
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½LFL - 150 m (165 yardas)		LFL - m		
Recomendaciones:									
¹ PC= Peor caso, CMP= Caso más Probable, CA= Caso Alterno					² El peor alcance en caso de participar más de un compuesto tóxico.				

No 3: Caso más probable de riesgo

Liberación de Gas LP. por uniones de conexiones de mangueras en auto-tanques de llenaderas.

Descripción del escenario de riesgo

Pérdida de contención de Gas LP por un orificio de 0.6" (DEF = 0.6" pérdida de material, golpe o falla mecánica) en las uniones de las mangueras en autotanque de llenaderas, las mangueras tienen un diámetro de 3" de diámetro nominal.

Descripción de la secuencia de evento más probable.

- k) La manguera de 3" de descarga a los autotanques opera a una Presión normal de 9.52 kg/cm² (135 psig) y a temperatura de 16 °C
- l) Existe la posibilidad de una mala conexión de manguera de descarga a los autotanques:
 - Error de omisión o error de comisión del operador
 - Falta de capacitación
 - Sabotaje del trabajador
- m) Se puede presentar la pérdida de contención por un orificio de 0.6" de Diámetro Equivalente.
- n) Se considera que la dirección de la fuga es horizontal.
- o) Tasa de descarga o flujo másico en kg/s, se calcula internamente en el software ALOHA® 5.4.7.

Condiciones ambientales

Se utilizará como temperatura ambiente de 25 °C, humedad relativa media de 57 % y presión atmosférica.

Tipo de área de localización de la instalación:

Se considerará un área de proceso y un terreno generalmente plano.

Condiciones meteorológicas

Se utilizará la siguiente combinación de velocidades de viento y estabilidad de pasquill, 1.5 m/s y una categoría F, y para la dirección de vientos se tomarán los vientos reinantes del Sur-oeste (SW).

Sustancia peligrosa bajo estudio

Gas LP compuesto por Propano 60 % volumen y Butano en un 40 % volumen.

Fase de almacenamiento

El Gas LP se encuentra en las tuberías y en los recipientes en estado líquido.

Inventario disponible para fuga

Se considera el volumen total de una esfera de almacenamiento con una capacidad de

Considerando un tanque de almacenamiento con una capacidad de 20 000 bariles, se tendría una masa disponible de 1 199 804 kg de gas LP.

Criterios para determinar el tiempo máximo de fuga

Sistemas de detección en el área de Llenaderas y Descargaderas de auto tanques:

El sistema de detección mediante los detectores de mezclas explosivas (detectores y alarmas del Sistema de gas y Fuego) en área de Bombas calibrado para alarmar presencia de mezcla explosiva en un intervalo del 20 hasta el 60 % del LEL (Límite Inferior de Explosividad), estando sus señales analógicas monitoreadas por el SCD en la Instalación. Un LEL alto y un LEL alto-alto serán fijadas como alarmas por el SCD a 12% y 20% respectivamente. Cualquiera de las alarmas le avisa al operador que

se ha detectado un nivel peligroso de gas combustible. Cualquier problema común de los detectores de gas “FALLA DE DETECTORES” es constantemente monitoreado por el SCD como una señal digital.

Sistemas de aislamiento en el área de Llenaderas y Descargaderas de auto tanques:

Se activa el sistema de paro por emergencia cuando los Detección de fuego o mezcla de gases explosivos detectan la mezcla explosiva y se “Cierre de las líneas de válvulas PDE de la líneas de descarga a las 8 esferas (103/105/107/109/111/113/115/117), y Paro de cualquier bomba de carga de autotanques que esté en operación.

Duración máxima de la fuga

En la determinación del tiempo de detección y aislamiento se puede seguir el siguiente criterio:

Tipo de sistema de detección	Clasificación de detección
Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.	A
Detectores localizados convenientemente para determinar cuando el material está presente fuera de la cubierta contenedora de presión.	B
Detección visual, cámaras o detectores con cobertura marginal.	C
Tipo de sistema de aislamiento	Clasificación de aislamiento
Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.)	A
Sistemas de aislamiento o paro activados por los operadores en el cuarto de control o en otras localizaciones remotas con respecto a la fuga. (Válvulas FIC, TIC, PIC, etc.)	B
El aislamiento depende de válvulas operadas manualmente (toma de muestras, drenes, etc.)	C

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considerará una detección “A”

Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.

Por lo tanto se considerará un aislamiento “A”

Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.).

Tiempo de duración de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento

Sistema de detección	Sistema de aislamiento	Tiempo de Duración de la fuga
A	A	20 minutos para fugas de ¼” 10 minutos para fugas de 1” 5 minutos para fugas de 4”
A	B	30 minutos para fugas de ¼” 20 minutos para fugas de 1” 10 minutos para fugas de 4”
A	C	40 minutos para fugas de ¼” 30 minutos para fugas de 1” 20 minutos para fugas de 4”
B	A o B	40 minutos para fugas de ¼” 30 minutos para fugas de 1” 20 minutos para fugas de 4”
B	C	60 minutos para fugas de ¼” 30 minutos para fugas de 1” 20 minutos para fugas de 4”
C	A, B o C	60 minutos para fugas de ¼” 40 minutos para fugas de 1” 20 minutos para fugas de 4”

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considera un tiempo máximo de 10 minutos de duración máxima de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento (10 minutos para fugas de hasta 1”).

No 3. Datos del escenario. \ Terminal de Almacenamiento Tepeji \ FUGA DE GAS LP \ Fuga de 0.6"							
Clave: TA-TEPEJI-CMP-03-P	Nombre: Jet Fire de la fuga de Gas LP en la tubería de 3" uniones de conexiones de mangueras en auto-tanques de llenaderas					Tipo se caso ¹ : CMP	
Elab.: JROC	Descripción: La descarga a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.					Fecha: 20/Mayo/2018	
Objetivo:	Evaluar las posibles afectaciones en el entorno.					ALOHA® 5.4.7	
II. Sustancias involucradas.							
Nombre: Gas LP		Composición		% molar		% másico	
Compuesto		%		Tox.		% vol. <input checked="" type="checkbox"/>	
				Inf.		IDLH	
Propano		60		<input checked="" type="checkbox"/>			
Butano		40		<input checked="" type="checkbox"/>			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.							
Presión: 9.5 kg/cm ² (135 psi)	Temperatura: 16 °C	Estado:	Vapor	Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e. <input checked="" type="checkbox"/>	
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido <input checked="" type="checkbox"/>		Vapor y líquido	
Contenedor:		Cilindro	Esfera		Tubería <input checked="" type="checkbox"/>	Otro:	
Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio		Orificio en cuerpo o tubería <input checked="" type="checkbox"/>		Cizalla de tubería, otro	
Alto del recipiente: N/A		Diámetro o ancho del recipiente: 3 in			Largo del recipiente: 10 m		
Diámetro equivalente del orificio: 0.6 in			Elevación del punto de liberación: N/A				
Dirección de la fuga:							
Vertical	horizontal <input checked="" type="checkbox"/>	hacia abajo		golpea contra		inclinada (ángulo) N/A	
Tiempo estimado de liberación: Descarga continua durante 10 minutos				Masa disponible: 20 000 barriles de una esfera, se tendría una masa disponible de 1 199 804 kg de gas LP			
				Taza de descarga: 324 litros/min (387 pounds/min)			
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica):			Velocidad del viento de 1.5 m/s y una estabilidad atmosférica F				
Temperatura atmosférica			25 °C				
Temperatura del suelo (si distinta a la atmosférica)			25 °C				
Humedad atmosférica			57%				
Tipo de suelo			Terreno abierto con objetos aislados				
Direcciones dominantes del viento			Sur-oeste (SW)				
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga).							
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3		Sitio 4	
VI. Estados finales para análisis.							
Dardo, antorcha o jet de fuego		<input checked="" type="checkbox"/>		Charco de fuego		Incendio de nube o flamazo	
Explosión de nube				BLEVE / bola de fuego		Nube tóxica	
VII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)							
Alcance por toxicidad ¹ del compuesto:			Alcance de la radiación térmica (kw/m ²)		Alcance de la sobre-presión (kg/cm ²)		
IDLH	STEL	TWA	1.4	5	0.035 (0.5 psi)	0.07 (1 psi)	
			36 m (40 yardas)	20 m (22 yardas)	156 m (171 yardas)	101 m (111 yardas)	
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½LFL - 151 m (166 yardas)		LFL - m	
Recomendaciones:							
¹ PC= Peor caso, CMP= Caso más Probable, CA= Caso Alterno				² El peor alcance en caso de participar más de un compuesto tóxico.			

No 4: Caso más catastrófico

Liberación masiva de Gas LP al ambiente en alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08. por ruptura en alguna de las líneas de suministro o salida de Gas LP de esferas.

Descripción del escenario de riesgo

Derrame de Gas LP por ruptura catastrófica de la línea de 10" en la parte inferior del Tanque esférico TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08 de 20 000 bls de capacidad. El tanque tiene un nivel máximo operativo de 80%

Descripción de la secuencia de evento más probable.

- a) La línea de 10" de salida de gas LP en la esfera opera normalmente a 8 kg/cm² (113 PSIG) y a temperatura de 16 °C
- b) El tanque de almacenamiento esférico es un recipiente a presión y a temperatura de 16 °C.
- c) Se puede presentar la pérdida de contención mediante una ruptura catastrófica en la línea de 10" por un efecto indirecto de los equipos asociados, por un golpe accidental, por desastre natural o un acto deliberado de sabotaje.
- d) Se considera que la dirección de la fuga es horizontal.
- e) Tasa de descarga o flujo másico en kg/s, se calcula internamente en el software ALOHA® 5.4.7.

Condiciones ambientales

Se utilizará como temperatura ambiente de 25 °C, humedad relativa media de 57 % y presión atmosférica.

Tipo de área de localización de la instalación:

Se considerará un área de proceso y un terreno generalmente plano.

Condiciones meteorológicas

Se utilizará la siguiente combinación de velocidades de viento y estabilidad de pasquill, 1.5 m/s y una categoría F, y para la dirección de vientos se tomarán los vientos reinantes del Sur-oeste (SW).

Sustancia peligrosa bajo estudio

Gas LP compuesto por Propano 60 % volumen y Butano en un 40 % volumen.

Fase de almacenamiento

El Gas LP se encuentra en las tuberías y en los recipientes en estado líquido.

Inventario disponible para fuga

Se considera el volumen total de una esfera de almacenamiento con una capacidad de

Considerando un tanque de almacenamiento con una capacidad de 20 000 bariles, se tendría una masa disponible de 1 199 804 kg de gas LP.

Criterios para determinar el tiempo máximo de fuga

Sistemas de detección en el área de Llenaderas y Descargaderas de auto tanques:

El sistema de detección mediante los detectores de mezclas explosivas (detectores y alarmas del Sistema de gas y Fuego) en área de Bombas calibrado para alarmar presencia de mezcla explosiva en un intervalo del 20 hasta el 60 % del LEL (Limite Inferior de Explosividad), estando sus señales analógicas monitoreadas por el SCD en la Instalación. Un LEL alto y un LEL alto-alto serán fijadas como alarmas por el SCD a 12% y 20% respectivamente. Cualquiera de las alarmas le avisa al operador que se ha detectado un nivel peligroso de gas combustible. Cualquier problema común de los detectores de gas "FALLA DE DETECTORES" es constantemente monitoreado por el SCD como una señal digital.

Sistemas de aislamiento en el área de Llenaderas y Descargaderas de auto tanques:

Se activa el sistema de paro por emergencia cuando los Detectores de fuego o mezcla de gases explosivos detectan la mezcla explosiva y se “Cierre de las líneas de válvulas PDE de la líneas de descarga a las 8 esferas (103/105/107/109/111/113/115/117), y Paro de cualquier bomba de carga de autotanques que esté en operación.

Duración máxima de la fuga

En la determinación del tiempo de detección y aislamiento se puede seguir el siguiente criterio:

Tipo de sistema de detección	Clasificación de detección
Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.	A
Detectores localizados convenientemente para determinar cuando el material está presente fuera de la cubierta contenedora de presión.	B
Detección visual, cámaras o detectores con cobertura marginal.	C
Tipo de sistema de aislamiento	Clasificación de aislamiento
Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.)	A
Sistemas de aislamiento o paro activados por los operadores en el cuarto de control o en otras localizaciones remotas con respecto a la fuga. (Válvulas FIC, TIC, PIC, etc.)	B
El aislamiento depende de válvulas operadas manualmente (toma de muestras, drenes, etc.)	C

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considerará una detección “A”

Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (ej; pérdida de presión (válvula PIC) o flujo) en el sistema.

Por lo tanto se considerará un aislamiento “A”

Sistemas de aislamiento o paro activados directamente de la instrumentación del proceso o por detectores sin la intervención del operador. (Válvulas XV, EBV, VH, MOV, SDV, etc.).

Tiempo de duración de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento

Sistema de detección	Sistema de aislamiento	Tiempo de Duración de la fuga
A	A	20 minutos para fugas de ¼" 10 minutos para fugas de 1" 5 minutos para fugas de 4"
A	B	30 minutos para fugas de ¼" 20 minutos para fugas de 1" 10 minutos para fugas de 4"
A	C	40 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
B	A o B	40 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
B	C	60 minutos para fugas de ¼" 30 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"
C	A, B o C	60 minutos para fugas de ¼" 40 minutos para fugas de 1" 20 minutos para fugas de 4"

Fuente API-5810 Risk-Based Inspection Technology, SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008, Table 5.5 – Detection and Isolation System Rating Guide.

Por lo tanto se considera un tiempo máximo de 5 minutos de duración máxima de la fuga basada en los sistemas de detección y aislamiento (5 minutos para fugas de 4" en adelante).

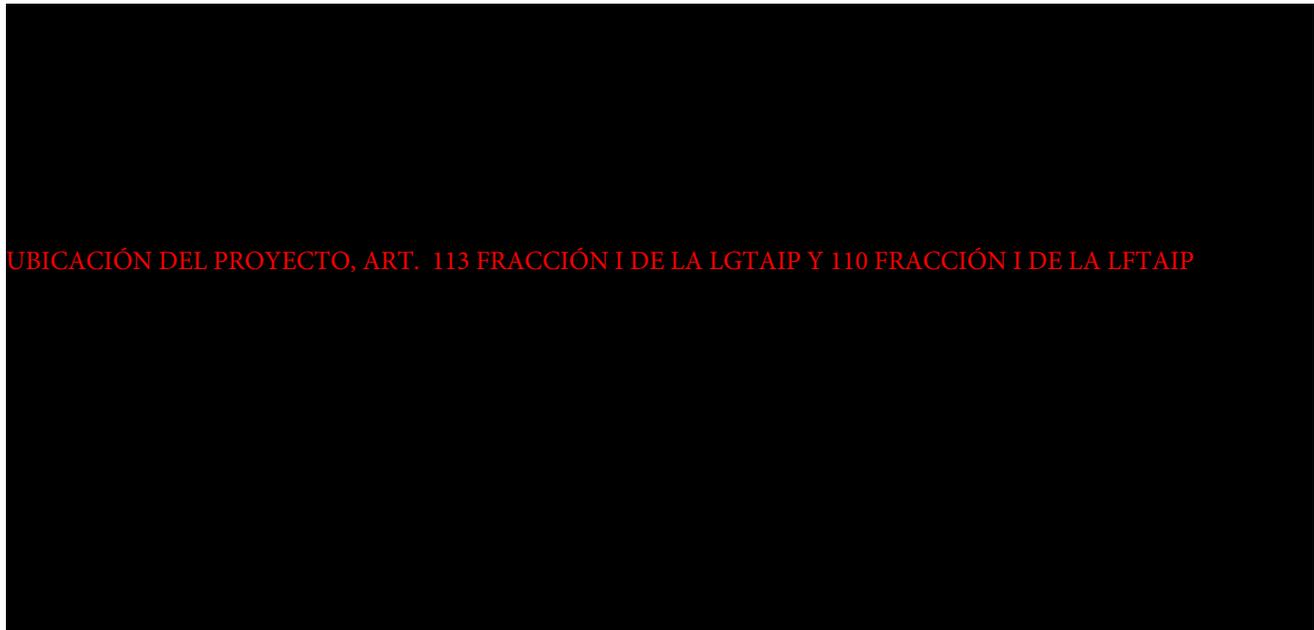
No 4. Datos del escenario. \ Terminal de Almacenamiento Tepeji \ FUGA DE GAS LP \ Fuga de 10"							
Clave: TA-TEPEJI-PC-03-P	Nombre: Jet Fire de la fuga de Gas LP por ruptura en alguna de las líneas de suministro o salida de Gas LP de esferas					Tipo se caso ¹ : PC	
Elab.: JROC	Descripción: La descarga a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.					Fecha: 20/Mayo/2018	
Objetivo:	Evaluar las posibles afectaciones en el entorno.					ALOHA® 5.4.7	
II. Sustancias involucradas.							
Nombre: Gas LP		Composición		% molar	% másico		% vol. <input checked="" type="checkbox"/>
Compuesto		%	Tox.	Inf.	IDLH	STEL	TWA
Propano		60		<input checked="" type="checkbox"/>			
Butano		40		<input checked="" type="checkbox"/>			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.							
Presión: 8 kg/cm ² (113 psi)	Temperatura: 16 °C	Estado:	Vapor	Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e. <input checked="" type="checkbox"/>	
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido	<input checked="" type="checkbox"/>	Vapor y líquido	
Contenedor:		Cilindro		Esfera		Tubería	<input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio		Orificio en cuerpo o tubería	<input checked="" type="checkbox"/>	Cizalla de tubería, otro	
Alto del recipiente: N/A		Diámetro o ancho del recipiente: 10 in			Largo del recipiente: 10 m		
Diámetro equivalente del orificio: 10 in			Elevación del punto de liberación: N/A				
Dirección de la fuga:							
Vertical	horizontal	<input checked="" type="checkbox"/>	hacia abajo	golpea contra	inclinada	(ángulo) N/A	
Tiempo estimado de liberación: Descarga continua durante 10 minutos				Masa disponible: 20 000 barriles de una esfera, se tendría una masa disponible de 1 199 804 kg de gas LP			
				Taza de descarga: 89 877 litros/min (107 000 pounds/min)			
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica):			Velocidad del viento de 1.5 m/s y una estabilidad atmosférica F				
Temperatura atmosférica			25 °C				
Temperatura del suelo (si distinta a la atmosférica)			25 °C				
Humedad atmosférica			57%				
Tipo de suelo			Terreno abierto con objetos aislados				
Direcciones dominantes del viento			Sur-oeste (SW)				
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga).							
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3		Sitio 4	
VI. Estados finales para análisis.							
Dardo, antorcha o jet de fuego		<input checked="" type="checkbox"/>	Charco de fuego		Incendio de nube o flamazo		
Explosión de nube			BLEVE / bola de fuego		Nube tóxica		
VII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)							
Alcance por toxicidad ¹ del compuesto:			Alcance de la radiación térmica (kw/m ²)		Alcance de la sobre-presión (kg/cm ²)		
IDLH	STEL	TWA	1.4	5	0.035 (0.5 psi)	0.07 (1 psi)	
			537 m (588 yardas)	282 m (309 yardas)	2 414 m (1.5 millas)	1 770 m (1.1 millas)	
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½LFL - 3 862 m (2.4 millas)		LFL - m	
Recomendaciones:							
¹ PC= Peor caso, CMP= Caso más Probable, CA= Caso Alterno				² El peor alcance en caso de participar más de un compuesto tóxico.			

En el Apéndice "J" se anexan los resultados del simulador ALOHA® 5.4.7

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso1, caso más probable (CMP)

Liberación de Gas L.P: por uniones y/o bridas en conexiones de tubería en patín de medición y regulación PM-01 corriente arriba del mismo al recibir Gas LP por ducto

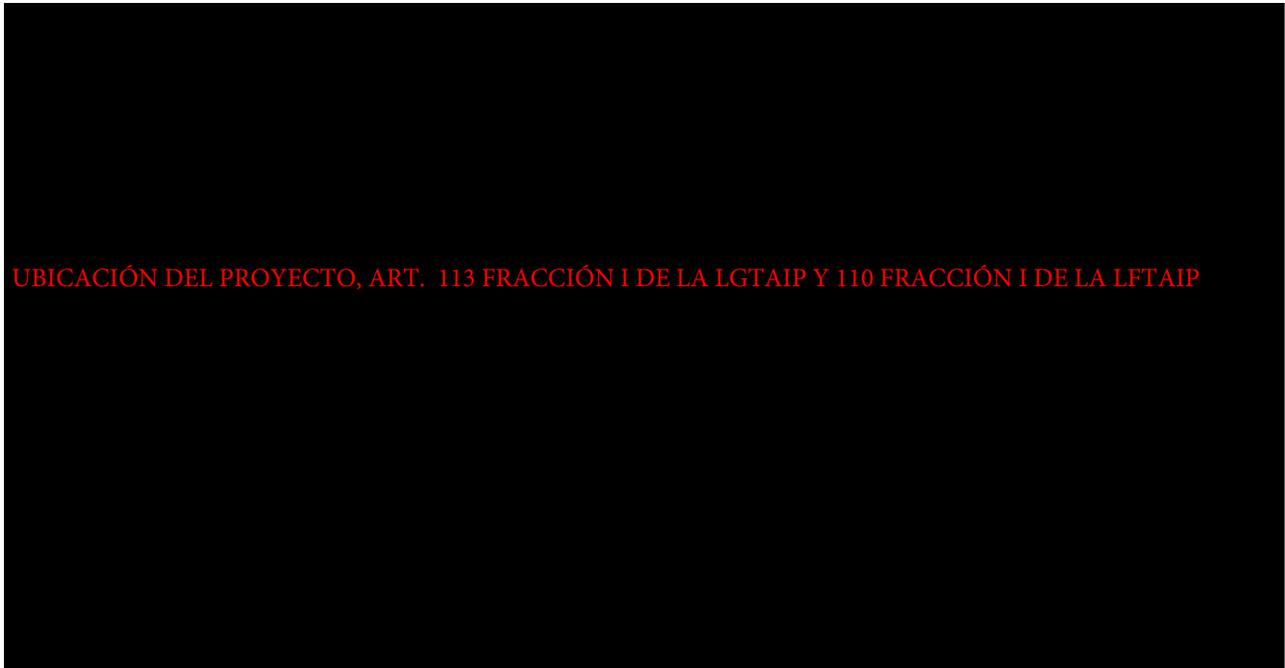


	Oficinas		Esferas de almacenamiento
	Llenaderas y descargaderas		Casa de Bombas 1
	Patín de Medición		Casa de Bombas 2

-  Límite de la Estación de Carburación
-  **Zona de Amortiguamiento por radiación**
45 metros (Entre 1 a 1,6 kW/m², no se presentan molestias, aún durante largos períodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. Tiempo para el umbral de dolor de 60 segundos).
-  **Zona de Alto Riesgo por radiación**
24 metros (5 kW/m² El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso1, caso más probable (CMP)

Liberación de Gas L.P: por uniones y/o bridas en conexiones de tubería en patín de medición y regulación PM-01 corriente arriba del mismo al recibir Gas LP por ducto



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

	Oficinas		Esferas de almacenamiento
	Llenaderas y descargaderas		Casa de Bombas 1
	Patín de Medición		Casa de Bombas 2



Límite de la Estación de Carburación



Zona de Amortiguamiento por sobrepresión

197 metros (0.5 psi (lb/plg²) Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras. Ruidos fuertes (143 dB), ruptura de vidrio por la onda sónica).



Zona de Alto Riesgo por sobrepresión

129 metros (1.0 psi (lb/plg²) Láminas de asbesto corrugado se hacen añicos; daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabilitadas. Umbral para el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso2, caso más probable (CMP)

Liberación de gas L. P. por uniones y/o bridas en conexiones de alguna de las bombas de carga de autotanques en llenaderas hacia alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08

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

	Oficinas		Esferas de almacenamiento
	Llenaderas y descargaderas		Casa de Bombas 1
	Patín de Medición		Casa de Bombas 2

 Límite de la Estación de Carburación

 **Zona de Amortiguamiento por radiación**

36 metros (Entre 1 a 1,6 kW/m², no se presentan molestias, aún durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. Tiempo para el umbral de dolor de 60 segundos).

 **Zona de Alto Riesgo por radiación**

20 metros (5 kW/m² El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso2, caso más probable (CMP)

Liberación de gas L. P. por uniones y/o bridas en conexiones de alguna de las bombas de carga de autotanques en llenaderas hacia alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08

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

	Oficinas		Esferas de almacenamiento
	Llenaderas y descargaderas		Casa de Bombas 1
	Patín de Medición		Casa de Bombas 2



Límite de la Estación de Carburación



Zona de Amortiguamiento por sobrepresión

156 metros (0.5 psi (lb/plg2) Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras. Ruidos fuertes (143 dB), ruptura de vidrio por la onda sónica).

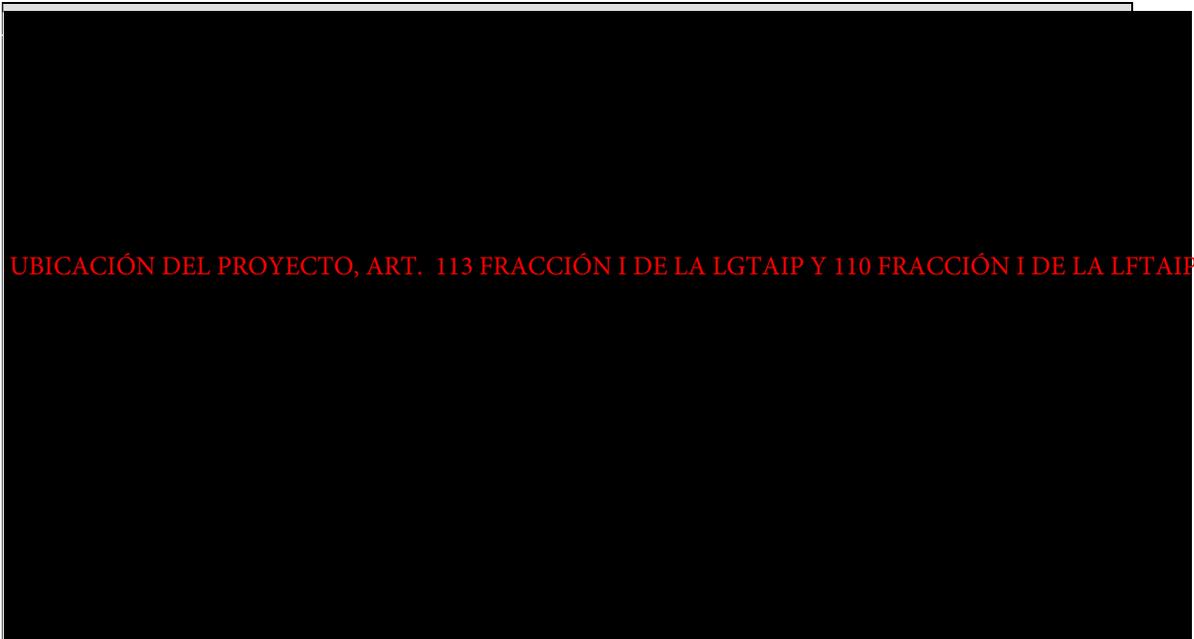


Zona de Alto Riesgo por sobrepresión

100 metros (1.0 psi (lb/plg2) Láminas de asbesto corrugado se hacen añicos; daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabilitadas. Umbral para el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso3, caso más probable (CMP)

Liberación de Gas LP. por uniones de conexiones de mangueras en auto-tanques de llenaderas



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

	Oficinas		Esferas de almacenamiento
	Llenaderas y descargaderas		Casa de Bombas 1
	Patín de Medición		Casa de Bombas 2



Límite de la Estación de Carburación



Zona de Amortiguamiento por radiación

36 metros (Entre 1 a 1,6 kW/m², no se presentan molestias, aún durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. Tiempo para el umbral de dolor de 60 segundos).

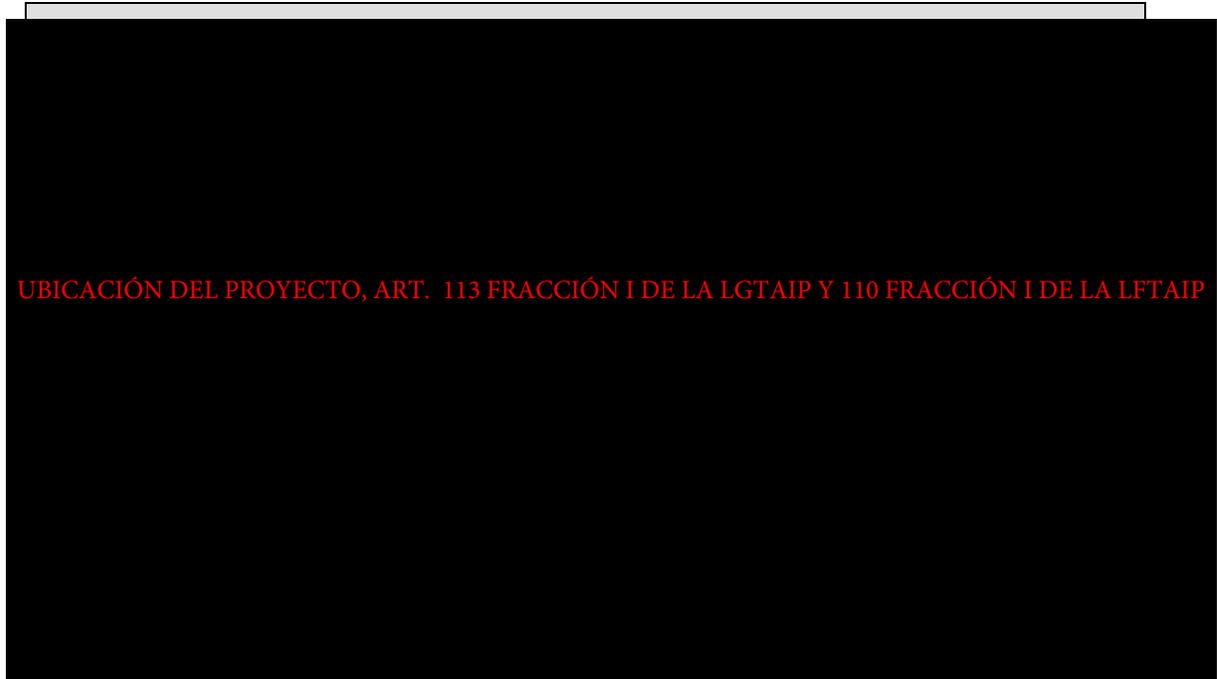


Zona de Alto Riesgo por radiación

20 metros (5 kW/m² El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso3, caso más probable (CMP)

Liberación de Gas LP. por uniones de conexiones de mangueras en auto-tanques de llenaderas



	Oficinas		Esferas de almacenamiento
	Llenaderas y descargaderas		Casa de Bombas 1
	Patín de Medición		Casa de Bombas 2



Límite de la Estación de Carburación



Zona de Amortiguamiento por sobrepresión

156 metros (0.5 psi (lb/plg²)) Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras. Ruidos fuertes (143 dB), ruptura de vidrio por la onda sónica).



Zona de Alto Riesgo por sobrepresión

101 metros (1.0 psi (lb/plg²)) Láminas de asbesto corrugado se hacen añicos; daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabilitadas. Umbral para el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso4, peor caso (PC)

Liberación masiva de Gas LP al ambiente en alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08. por ruptura en alguna de las líneas de suministro o salida de Gas LP de esferas.



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

	Oficinas		Esferas de almacenamiento
	Llenaderas y descargaderas		Casa de Bombas 1
	Patín de Medición		Casa de Bombas 2

-  Límite de la Estación de Carburación
-  **Zona de Amortiguamiento por radiación**
537 metros (Entre 1 a 1,6 kW/m², no se presentan molestias, aún durante largos períodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. Tiempo para el umbral de dolor de 60 segundos).
-  **Zona de Alto Riesgo por radiación**
282 metros (5 kW/m² El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).

Terminal de Almacenamiento Tepeji Caso4, peor caso (PC)

Liberación masiva de Gas LP al ambiente en alguna de las esferas de almacenamiento TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, TE-07, TE-08. por ruptura en alguna de las líneas de suministro o salida de Gas LP de esferas.

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



Límite de la Estación de Carburación



Zona de Amortiguamiento por sobrepresión

2 414 metros (0.5 psi (lb/plg²) Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras. Ruidos fuertes (143 dB), ruptura de vidrio por la onda sónica).



Zona de Alto Riesgo por sobrepresión

1 770 metros (1.0 psi (lb/plg²) Láminas de asbesto corrugado se hacen añicos; daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabilitadas. Umbral para el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles).

VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

En la Terminal de Almacenamiento Tepeji se han diseñado medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de riesgos. Las funciones están enfocadas a reducir la magnitud de consecuencia, reducir la probabilidad de ocurrencia de la falla y/o mejorar la capacidad de supervivencia de la instalación y su personal ante una contingencia.

Los métodos de mitigación de riesgos implementados en la Terminal se describen a continuación:

Sistema de Desfogues

El sistema de desfogues de la terminal de almacenamiento consta de la válvula de relevo por sobrepresión en el ducto de recibo así como de dieciséis (16) válvulas de relevo de presión las cuales están ubicada en la parte superior de las esferas (dos válvulas de relevo de presión por fuego en cada esfera, ocho esferas en total), todas conectadas a un sistema de desfogue atmosférico.

Sistema de Agua de Servicios

El agua para servicios será tomada del pozo, y filtrada para eliminar sólidos disueltos y suspendidos, evitando la acumulación de sedimentos. La bomba BA-07 A/B a emplear para esta operación será de tipo Sumergible y con una capacidad de 150 gpm; operará de manera intermitente cada vez que se reciba señal del DCS de nivel bajo en las respectivas estaciones de servicio en operación. Los filtros contarán con transmisores de presión diferencial para monitorear en el cuarto de control cuando sea requerido el lavado de los lechos de los filtros para retirar el material separado del afluente.

Las bombas BA-07 A/B arrancarán cuando se registre la presión mínima que asegura el envío de agua hasta el punto más lejano de la red de distribución.

Sistema de Aire Comprimido

Para el suministro de aire de instrumentos a la planta se empleará un compresor para sostener en el sistema una presión mínima de 7 kg/cm² man. El flujo de aire pasará por un separador de humedad antes de llegar al tanque pulmón de la planta. El aire de planta se tomara del tanque pulmón TA-01 se tomará el aire para servicios (controlando la presión a 6.33 kg/cm² man). La corriente de aire de instrumentos deberá pasar por un paquete de secadoras para ser almacenado en el tanque pulmón de la planta y finalmente ser enviado a las áreas de medición de entrada, almacenamiento en esferas, llenaderas, bombas contraincendios.

Sistema de Paro de Emergencia (PDE)

Se contará con un sistema de paro por emergencia mediante un Controlador Lógico Programable (PLC) dedicado a funciones de seguridad e independiente al control de procesos (PDE) y que se ubicará en el cuarto de Control (SCD/Telecomunicaciones). Este PLC se configurará y programará para ejecutar la lógica según la matriz de causa/efecto que se defina para estos sistemas de seguridad o protección conforme a cálculos de la Selección y Verificación del Nivel de Integridad de Seguridad (NIS o SIL por sus siglas en ingles).

Las causas por la cual el sistema de paro por emergencia se activa puede ser cualquiera de las siguientes:

- Activación de un botón pulsador PDE.
- Detección de fuego o mezcla de gases explosivos.
- Escape o Liberación de Gas L. P. al ambiente ya sea por detección de baja presión, mayor flujo, menor flujo según los resultados de la Selección y Verificación del SIL de estos sistemas

El paro por emergencia de la planta de almacenamiento se podrá realizar en las áreas en contingencia por medio de las botoneras del sistema de paro por emergencia. El operador deberá comunicar a la estación de bombeo ubicada aguas arriba de la planta para poder detener el suministro de Gas LPG y evitar que se genere un riesgo innecesario en la estación y en el gasoducto.

Estas botoneras se localizan en las siguientes áreas:

- Área de recepción.
- Patín de medición y regulación de entrada de Gas LPG.
- Área de esferas.
- Área de bombas de carga-
- Área de llenaderas.

Para el sistema de paro por emergencia, el PDE efectuará las siguientes acciones:

- Cierre de la válvula PDE de las Instalaciones de Interconexión (SDV-101) para cerrar el flujo del
gasoducto a la Planta.
- Cierre de las válvulas PDE de las 8 esferas (SDV-102 /103 /104 /105 /106 /107 /108 /109 /110 /111/112 /113 /114 /115 /116 /117).
- Cierre de las 2 válvulas PDE en el cabezal de del sistema de recuperación de vapores (SDV-122/123).
- Paro de cualquier bomba de carga de autotanques que esté en operación.
- Cierre de la válvula PDE corriente abajo de las bombas de carga de autotanques para aislar el área de carga de autotanques (SDV-118/119/120/121).
- Se retira la corriente a las instalaciones accionando en derivación los interruptores de circuito ATS del transformador de corriente.
- Todas las válvulas PDE sólo podrán abrirse localmente después de que se hayan recolocado las alarmas del sistema PDE/F&G, estas válvulas no pueden abrirse en las estaciones de trabajo del SCD.

Sistema de Contraincendios

La planta contará con un Sistema de Protección contra Incendio a base de agua contra incendio a lo largo de la misma y protege las siguientes áreas:

- Almacenamiento de LPG.
- Bombas de proceso.
- Llenaderas de Autotanques.
- Estacionamiento de Autotanques.

- Almacenamiento de Diésel.
- Patín de Medición.
- Cuarto de Control (PDE CCM).
- Oficinas.
- Almacén General.

El Sistema de contraincendio está conformado de lo siguiente:

- Un Tanque de Almacenamiento SA-01 con capacidad nominal de 45,000 bls y es capaz suministrar agua al evento que demanda mayor consumo de agua por 4 hrs.
- Bombas de Contra Incendio BA-102/103/202/23 operadas con motor eléctrico y diésel respectivamente para suministro del agua en el tanque TA-9901.
- Bombas Jockey BA-101/201 operadas con motor eléctrico, para mantener presurizada la red de agua contra incendio.
- Tanque de Diésel para el suministro a las bombas.
- Hidrantes monitores que protegen todas las áreas de proceso o de almacenamiento.
- Sistemas de Aspersión tipo Diluvio para las áreas de Esferas de Almacenamiento, Bombas de carga de Autotanques, Patín de medición y Área de llenaderas.

Sistema de Recuperación de Vapores

La terminal contará con un Sistema de Recuperación de Vapores a efecto de reducir o mitigar el venteo de hidrocarburos ligeros en fase vapor al ambiente. Las pérdidas por vaporización (flasheo) pueden ocurrir como consecuencia del movimiento del Gas L.P. ya sea de las llenaderas a las esferas o de las esferas a las descargaderas, así como a movimientos internos de trasvase o trasiego entre las diferentes esferas e almacenamiento y en donde se tenga en general movimiento Flujo de Gas L. P. de una zona de alta presión a una baja presión produciendo el subsecuente flasheo. Asimismo pueden ocurrir pérdidas asociadas con el cambio o variación diaria o estacional de la presión barométrica y temperatura atmosférica aun sin tener movimiento de producto.

El sistema de recuperación de vapores puede capturar o recomprimir hasta el 95% de los hidrocarburos que

se flashean o pasa del estado líquido a gaseoso en las esferas de almacenamiento durante las operaciones de llenado a esferas mediante auto-tanques (llenadera) o durante el vaciado de esferas en las operaciones de llenado a auto-tanques (llenaderas). Estos vapores capturados o recomprimidos también ayudarán a mantener las esferas de almacenamiento presionadas a su punto de operación normal así como apoyar en

las operaciones de llenado de tanques por auto-tanques o vaciado de tanques durante el llenado de autotanques de reparto de Gas L. P.

PRUEBAS DE VERIFICACIÓN

La Terminal cuenta con un programa de mantenimiento correctivo y preventivo y el cual administra, controla y organiza las actividades en los equipos de proceso, instalaciones y edificios. El programa de mantenimiento de la Terminal contempla los sistemas de prevención y seguridad hasta los sistemas asociados a su operación como por ejemplo sistemas e instalaciones eléctricas a prueba de explosión, sistema de tierras físicas, pararrayos, revisión y mantenimiento de válvulas de seguridad, revisión y calibración a sistemas de detectores de gas combustibles o mezclas explosivas, pruebas periódicas a alarmas, equipos de proceso, tuberías, estructuras, edificios y sistema contra incendio adecuados a las necesidades de la instalación.

Los tanques de almacenamiento, recipientes sujetos a presión, compresores (recuperador de vapor), plantas de emergencias y bombas cuentan con programas periódicos de inspección y mantenimiento (eléctrico, civil, mecánico, instrumentos) que tienen por objeto revisar, controlar y mantener la integridad mecánica de las instalaciones y con ellos prolongar la vida útil de los equipos.

La Terminal tendrá un programa de pruebas de integridad mecánica en recipientes sujetos a presión, líneas de proceso y equipo dinámico rotatorio. En las pruebas de integridad mecánica se toma en cuenta todos los aspectos claves de la instalación de los equipos y están de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y corresponden a las especificaciones aprobadas en el diseño. En las pruebas de integridad mecánica se incluyen aspectos tales como:

- Verificación de cumplimiento de especificaciones.
- Verificación de las condiciones de instalación.
- Verificación de la correcta instalación.
- Historial del equipo.
- Información del fabricante.
- Especificaciones de diseño del equipo.
- Información de la orden de compra.
- Especificaciones del equipo en planta.
- Información de mantenimiento.
- Lista de insumos que utiliza el equipo o para su mantenimiento.
- Especificaciones de sistema de apoyo crítico.
- Características de los sistemas de control y monitoreo.
- Calibración.
- Mantenimiento preventivo.
- Listado de repuestos.
- Descripción del equipo auxiliar.
- Planos de instalación.

- Calibración de instrumentos.
- Desarrollo de la documentación involucrada.
- Descripción del equipo y su capacidad de trabajo.

Se asegura mediante el Análisis de Integridad Mecánica que los equipos, tubería de procesos y en general todos los sistemas de proceso o que manejan Gas L. P. sea mantenida durante la vida útil de los equipos, la fase de diseño, fabricación, instalación, construcción, operación y mantenimiento para garantizar la protección al personal, comunidad, medio ambiente e instalaciones.

Los elementos que conforman o componen la integridad mecánica en las instalaciones de proceso son los siguientes:

- Aseguramiento de la Calidad de los Equipos.
- Inspección y pruebas.
- Procedimientos de mantenimiento.
- Capacitación en mantenimiento.
- Control de calidad de materiales de mantenimiento y partes de repuesto.
- Ingeniería de confiabilidad.
- Reparaciones y modificaciones.
- Auditorías.

Entre las pruebas de verificación importantes a mencionar se tienen las Pruebas No Destructivas (PND). Las pruebas no destructivas (PND) son técnicas de inspección que se utilizan para la detección y valuación de las posibles discontinuidades que puedan existir tanto en la superficie como en el interior de los materiales metálicos (placa rolada, material forjado, piezas de fundición, soldadura, etc.) que se emplean para la fabricación de recipientes sujetos a presión, tanques atmosféricos, válvulas, árboles, cabezales, tubería, etc.; porque al aplicarlas, los materiales no se destruyen ni se ven afectadas sus propiedades físicas, químicas, mecánicas y/o características dimensionales.

Las principales aplicaciones de las pruebas no destructivas son:

1. Detección de discontinuidades (internas y superficiales).
2. Determinación de composición química.
3. Detección de fugas.
4. Medición de espesores y monitoreo de corrosión.
5. Adherencia entre materiales.
6. Inspección de uniones soldadas.

Las pruebas no destructivas son sumamente importantes para la industria de procesos en su conjunto. Gracias a ellas es posible, por ejemplo, determinar la presencia de defectos en los materiales o en las soldaduras de equipos tales como recipientes a presión, en los cuales una falla catastrófica puede representar grandes pérdidas en dinero, vida humana y daño al medio ambiente.

Las etapas o situaciones en las que son aplicables las pruebas no destructivas se describen a continuación.

1. Recepción de materia prima.- Las pruebas no destructivas son aplicables por muestreo o al 100% para verificar que los materiales que se reciban en el almacén efectivamente cumplen con los requisitos de calidad indicados en los certificados y/o órdenes de compra.
2. Procesos de fabricación.- Las pruebas no destructivas se aplican en algunas etapas críticas de fabricación estratégicamente seleccionadas, con la finalidad de detectar oportunamente la posible presencia de discontinuidades y así poder tomar acciones correctivas para subsanar las causas que las originan.
3. Maquinado o Ensamble Final.-Las pruebas no destructivas son aplicadas para verificar si las superficies con acabado final no tienen imperfecciones que hayan aflorado a la superficie después del maquinado para dar las medidas finales y que afectan su utilidad interna o futura.
4. Procesos de soldadura.-Las pruebas no destructivas son aplicadas inmediatamente después de concluida y enfriada una unión con soldadura (algunos aceros requieren de 48 a 72 horas, después de concluida la soldadura), con la finalidad de evaluar la sanidad superficial e interna tanto de la soldadura así como de la zona afectada por el calor.
5. Procesos de reparación con soldadura.-Las pruebas no destructivas se aplican para ir monitoreando la remoción de los defectos inicialmente encontrados, para eliminarlos o reducir a un tamaño aceptable; después de la remoción de los defectos, las zonas exploradas se rellenan con soldadura y esta soldadura es necesario se evalué su sanidad superficial e interna utilizando las pruebas no destructivas.

6. Mantenimiento preventivo.- Las pruebas no destructivas son una de las herramientas utilizadas para evaluar la integridad mecánica de los materiales en servicio que son susceptibles de sufrir: corrosión, picaduras, erosión y grietas por fatiga, grietas por corrosión bajo esfuerzo, daños por hidrógeno, etc

Las principales pruebas no destructivas consideradas para este proyecto se tienen:

- a) Inspección Visual.
- b) Pruebas Hidrostáticas.
- b) Líquidos Penetrantes.
- c) Pruebas Magnéticas, principalmente Partículas Magnéticas.
- d) Ultrasonido.
- e) Pruebas Radiográficas.
- f) Pruebas Electromagnéticas, principalmente Corrientes Eddy.
- g) Pruebas de Fuga.
- h) Emisión Acústica.
- i) Pruebas Infrarrojas.

Programa de medición de espesores (ultrasonido) en pared de niplera y circuitos de proceso y pared de recipientes sujetos a presión.

SISTEMAS DE AISLAMIENTO

Los principales sistemas de aislamiento con que contará la Terminal son los siguientes:

- Válvulas de Corte MOV's
- Válvulas internas de Corte de Seguridad (Exceso de Flujo).
- Sistema de Paro de Emergencia (PDE).
- Sistema de Diques
- Válvulas de Corte MOVs

Todas las esferas de almacenamiento contarán en sus líneas de entrada (alimentación) o salida de gas L. P. con válvulas de corte MOV's. Cabe destacar que estas válvulas son en esencia usadas para propósitos operacionales para hacer el movimiento y trasiego del Gas L. P. entre tanques o para transferir este material

de las llenaderas a las esferas y de las esferas a las descargaderas. La ubicación de estas válvulas se indica en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) correspondientes, ver Anexo "C".

Válvulas Internas de Corte de Seguridad (Sistema Vickers)

Asimismo, todas las esferas de almacenamiento cuentan con Válvula Interna de Corte de Seguridad pertenecientes al Sistema Vickers ubicadas en cada una de las líneas de entrada y salida a las esferas. Este sistema permitirá en caso de un eventual (accidental) escape o liberación de producto al ambiente, el mitigar la cantidad de flujo que pudiera liberarse al ambiente. La ubicación de estas válvulas se indica en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) correspondientes, ver Anexo "B".

Sistema de Paro de Emergencia (PDE)

Se contará con un sistema de paro por emergencia mediante un Controlador Lógico Programable (PLC) dedicado a funciones de seguridad e independiente al control de procesos (SCD), también denominado genéricamente como Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) y que se ubicará físicamente este PLC en el cuarto de Control (SCD/Telecomunicaciones). Este PLC se configurará y programará para ejecutar la lógica según la matriz de causa/efecto que se defina para estos sistemas de seguridad o protección conforme a cálculos de la Selección y Verificación del Nivel de Integridad de Seguridad (NIS o SIL por sus siglas en ingles).

Las causas por la cual el sistema de paro por emergencia se activa puede ser cualquiera de las siguientes:

- Activación de un botón pulsador PDE.
- Detección de fuego o mezcla de gases explosivos.
- Escape o Liberación de Gas L. P. al ambiente ya sea por detección de baja presión, mayor flujo, menor flujo según los resultados de la Selección y Verificación del SIL de estos sistemas

El paro por emergencia de la planta de almacenamiento se podrá también realizar en las áreas en contingencia por medio de las botoneras del sistema de paro por emergencia. El operador deberá comunicar a la estación de bombeo ubicada aguas arriba de la planta para poder detener el suministro de Gas LPG y evitar que se genere un riesgo innecesario en la estación y en el gasoducto en el caso que la emergencia o escape de Gas L.P. se presente cuando se esté llenando esferas por LPGducto.

Sistema de Diques

La Terminal contará con dique alrededor de las esferas de almacenamiento el cual se ha diseñado para contener la mayor parte del producto que se pudiera derramar o escapar al ambiente en alguna de estas esferas tal que dicho dique aminore o reduzca el área de dispersión del Gas L.P. y pueda contenerlo este volumen de gas liberado al ambiente dentro del entorno o área de diques que circunscriben a las esferas. Se estima una altura promedio de este sistema de diques de entre 1.30 a 1.80 metros de alto.

VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.

Resultado del presente Análisis de Identificación de Peligros “HAZOP”, se obtuvieron las siguientes recomendaciones, las cuales se describen y presentan en la siguiente Tabla junto con su categoría conforme a la matriz de riesgos empleada y su referencia X.Y en el HAZOP (X: número de nodo y Y: desviación).

No.	RECOMENDACION	CATEGORIA	REFERENCIA HAZOP
1	ACTUALIZAR PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS DE LA TERMINAL QUE INCLUYA LAS NUEVAS INSTALACIONES Y EQUIPO QUE SE VA A ADICIONAR	C	1.1, 1.8, 2.1, 2.3, 2.8, 3.8, 3.10, 4.1, 4.3, 4.8
2	ACTUALIZAR PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE LA TERMINAL QUE INCLUYA LAS NUEVAS ACTIVIDADES Y OPERACIONES A REALIZAR POR LA ADICION DE EQUIPO NUEVO.	C	1.1, 1.2, 1.8, 2.1, 2.2, 2.3, 2.8, 3.1, 3.2, 3.8, 3.9, 3.10, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.8
3	ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE UTILIZAR INTERRUPTORES DE CORRIENTE EN AUTO-TANQUES DE DESCARGADERAS Y LLENADERAS (SISTEMAS INTER CIERRE) QUE ASEGUREN LA INMOVILIZACION DEL VEHICULO DURANTE OPERACIONES DE DESCARGA Y LLENADO DE AUTOTANQUES	C	2.3, 2.8, 4.8
4	EN CASO DE HACER TRASIEGOS ENTRE ESFERAS EVALUAR LA NECESIDAD DE CONTAR CON LINEA IGUALADORA DE PRESION ENTRE ESFERAS O UNA LINEA DERIVADA PARA LA OPERACION DE TRASIEGO A LA DESCARGA DE LAS BOMBAS DE LLENADERAS	C	3.1, 3.2, 3.10
5	ADICIONAR FUNCIONES INSTRUMENTADAS DE SEGURIDAD (FIS) EN CADA UNA DE LAS ESFERAS DE ALMACENAMIENTO (EXISTENTES Y NUEVAS) POR EVENTOS DE MAYOR NIVEL (SOBRELLENADO) Y MAYOR PRESION (SOBPRESION)..	C	3.1, 3.2, 3.10
6	ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE INSTALAR SISTEMA DE DOBLE SELLO EN BOMBAS DE CARGA A LLENADERAS BA05, BA-06 (LLENADERAS 1 Y 2) O BA-07, BA-08 (LLENADERAS 3 Y 4)	D	3.2, 3.9, 4.1, 4.2, 4.4
7	EVALUAR EL ADICIONAR FUNCION INSTRUMENTADA DE SEGURIDAD (FIS) EN CADA UNA DE LAS ESFERAS DE ALMACENAMIENTO (EXISTENTES Y NUEVAS) POR EVENTO DE FUGA O RUPTURA EN LINEAS DE ENTRADA O SALIDA DE GAS L. P. DE LAS ESFERAS PREVIO ANALISIS DE SELECCION Y VERIFICACION DEL SI	C	2.8, 3.8, 3.10

No.	RECOMENDACION	CATEGORIA	REFERENCIA HAZOP
8	EVALUAR EL ADICIONAR FUNCION INSTRUMENTADA DE SEGURIDAD (FIS) ANTES DE ENTRADA A PATIN DE MEDICION Y REGULACION PM-01 POR EVENTOS DE FUGA / RUPTURA EN LINEA DE SUMINISTRO DE GAS L. P. DEL LPRODUCTO A ESFERAS DE ALMACENAMIENTO PREVIO ANALISIS DE SELECCION Y VERIFICACION DEL SIL	C	1.8
9	EVALUAR EL ADICIONAR FUNCION INSTRUMENTADA DE SEGURIDAD (FIS) EN AREA DE DESCARGADERAS POR EVENTOS DE FUGA / RUPTURA O MAYOR FLUJO EN LINEA DE SUMINISTRO DE GAS L. P. DE AUTOTANQUES A ESFERAS DE ALMACENAMIENTO PREVIO ANALISIS DE SELECCION Y VERIFICACION DEL SIL	C	2.1, 2.3, 2.8
10	EVALUAR EL ADICIONAR FUNCION INSTRUMENTADA DE SEGURIDAD (FIS) EN AREA DE LLENADERAS POR EVENTOS DE FUGA / RUPTURA O MAYOR FLUJO EN LINEA DE LLENADO DE ESFERAS DE ALMACENAMIENTO HACIA LLENADERAS PREVIO ANALISIS DE SELECCION Y VERIFICACION DEL SIL	C	4.1, 4.3, 4.8
11	ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE INSTALAR SISTEMA DE DOBLE SELLO EN BOMBAS DE CARGA DE DESCARGADERAS A ESFERAS EXISTENTES BA-01 A/B, BA-02 A/B Y NUEVAS BA-03 A/B Y BA-04 A/B	D	2.2
12	CONFIGURAR ALARMA (POR POSICION, APERTURA O CIERRE EN EL SCD DE LA PANTA POR ACTIVACION DEL SISTEMA VICKERS DE CADA UNA DE LAS ESFERAS DE ALMACENAMIENTO	C	3.10
13	ADICIONAR FUNCIONES INSTRUMENTADAS DE SEGURIDAD (FIS) EN CADA UNA DE LAS ESFERAS DE ALMACENAMIENTO (EXISTENTES Y NUEVAS) POR EVENTOS DE MAYOR NIVEL (SOBRELLENADO) Y MAYOR PRESION (SOBPRESION).	C	1.1, 1.8, 3.10
14	INCLUIR EN AREAS DE DESCARGADERAS Y LLENADERAS CON SISTEMA DE ATERRIZADO DE TIERRA DE LOS AUTOTANQUES CON LA CORRESPONDIENTE ELABORACION O ACTUALIZACION DEL PROCEDIMIENTO ASOCIADO EL CUAL DEBE SER TAMBIEN DIFUNDIDO Y CONOCIDO POR LOS OPERADORES DE LOS AUTOTANQUES.	C	2.8, 4.8
15	VERIFICAR QUE DURANTE LA ETAPA DE INGENIERIA DE DETALLE SE DISENE Y ESPECIFIQUE SISTEMA DE PARARAYOS PARA PROTECCION DE LAS ESFERAS NUEVAS Y EXISTENTES ASI COMO DE TODA LA TERMINAL EN SU CONJUNTO. DEBE ASEGURARSE TAMBIEN EL CORRECTO ATERRIZADO A TIERRA DE LAS ESFERAS NUEVAS Y EXISTENTES Y DEMAS EQUIPOS DE PROCESO QUE ASI LO REQUIERAN NUEVOS O EXISTENTES	C	3.10
16	REVISAR LA CONVENIENCIA DE INSTALAR LUCES DE APOYO PARA LA NAVEGACION AEREA EN LAS ESFERAS NUEVAS Y EXISTENTES	C	3.10

Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C):

El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos, deben darse en un plazo no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo "C" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. La prioridad de su atención para reducirlos a riesgos tipo "D", debe estar en función de un

Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para Administrar los Riesgos identificados.

Riesgo Tolerable (Tipo D):

El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para atender la integridad de las capas de protección.

Fuente: Guías técnicas para realizar análisis de riesgos de proceso (rev. 2, 18/8/2015) 800-16400-DCO-GT-75

VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Al ser una obra nueva, no se tiene información a este respecto.

VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

SISTEMAS DE SEGURIDAD

La Terminal de Tepeji del Río contará también con diversos tipos de procedimientos, programas, infraestructura y recursos humanos capacitados y demás recursos materiales que ayuden a minimizar el efecto de un evento de escape de sustancias químicas peligrosas a ambiente como lo es el Gas L. P. (mezcla butano / metano). Se cuenta con diversos y variados sistemas de seguridad que van desde sistemas de alarma, extinción y detección de incendios, los cuales consistirán de rociadores automáticos, hidrantes, suministro de agua y extintores adecuados al riesgo de cada área; estaciones manuales de alarma, existiendo un sonido para cada tipo de emergencia incluyendo el de evacuación.

El centro de trabajo cuenta con los equipos de protección personal (equipo necesario en incidentes con sustancias peligrosas y el equipo necesario para realizar actividades de descontaminación) y equipo de protección y accesorios disponibles para el combate de emergencias. Una breve descripción de los principales equipos, dispositivos, sistemas y medidas de seguridad con que se cuenta la Terminal de Tepeji del Río se describe a continuación:

Extintores.

Para la atención en el combate de incendios las instalaciones cuentan con extintores distribuidos estratégicamente, adecuados a los riesgos específicos de cada área y localizados en sitios de acuerdo a especificaciones indicadas en la norma NOM-002STPS-2010. Los extintores están conformados por: portátiles y carretilla de polvo químico seco (PQS), portátiles de CO₂ y agua. Para otras áreas de las instalaciones, se podrá contar con espuma contra-incendio AFFF. Los extintores presentarán identificación, fechas de última inspección y recarga.

En las instalaciones de la Terminal, se contará con revisión mensual de los extintores y se elaborarán los registros de revisión donde se incluyen el área, marca, contenido, capacidad, recarga, vencimiento y observaciones a estos extintores. La Terminal cuenta con el número suficiente de extintores de acuerdo al cálculo de unidades riesgo elaborado por la empresa.

El centro de trabajo cuenta con un programa de inspección y mantenimiento preventivo, para mantener en condiciones óptimas cada uno de los extintores en sus diferentes librajés.

Sistema contra incendio (hidrantes y bombas).

La Terminal de Tepeji del Río contará con una red de tubería contra incendio distribuida como tubería subterránea y aérea a nivel de piso y aéreo y cruzara por todas las áreas de la terminal haciendo anillos cerrados de tubería que rodearán a los recipientes de almacenamiento (esferas). La red de agua contra incendio se conforma de tuberías formando anillos o circuitos, diseñados para conducir exclusivamente

agua contra incendio a los puntos necesarios, en los cuales se encuentran instalados los dispositivos para salida de agua, tales como hidrantes, monitores y sistemas de aspersión. Se contará con válvulas de seccionamiento y conexiones para servicio y mantenimiento, localizadas estratégicamente para aislar tramos de tubería sin dejar de proteger ninguna de las áreas o equipos que lo requieran. La red contra incendio cuenta con diversos diámetros que van desde 3" para varios tipos de anillos de aspersión hasta 16" para cabezales generales de descarga de bombas contra incendio o suministro de agua contra incendio a sistemas de aspersión en esferas e almacenamiento. En general esta red contará con los siguientes equipos y dispositivos:

Hidrante

Hidrantes: Dispositivo para salida de agua integrado a la red contra incendio, con una o dos tomas de 2 ½" de diámetro para conectar mangueras. Se contará con varios hidrantes distribuidos alrededor de las instalaciones. En el Anexo "G" se presenta la Memoria Técnico Descriptiva del Sistema Contra incendio" donde se describen estos dispositivos y su ubicación así como los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) del sistema contra incendio respectivo.

Monitores

Monitores: Dispositivo con boquilla de 2 ½" de diámetro y regulable para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de neblina, con mecanismos que permiten girar la posición de la boquilla 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal, pudiéndose mantener estable en la posición seleccionada.

Hidrantes-monitor

Hidrante-monitor: Dispositivo para salida de agua que integra los accesorios de los hidrantes y monitores.

Sistemas de aspersores

El centro de trabajo cuenta con sistema de aspersores en las siguientes áreas: esferas de almacenamiento, llenaderas y descargaderas, patín de medición. En el Anexo "G" se presenta la Memoria Técnico Descriptiva del Sistema Contra incendio" donde se describen estos dispositivos y su ubicación así como los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) del sistema contra incendio respectivo.

Almacenamiento de Agua Contra incendio

La Terminal contará con una cisterna de almacenamiento de agua contra incendio TA-9901 que tendrá capacidad para almacenar agua contra incendio para atender la demanda de agua contra incendio del riesgo mayor considerado en el área de esferas por un mínimo de dos horas.

Sistema de bombeo de la red de agua contra incendio

Los sistemas de bombeo para el suministro de agua en la red contra incendio a la presión y gasto requeridos, se encuentran ubicados en las casas de bombas contra incendio que succionarán de la cisterna de agua contra incendio TA-9901 de la Terminal. El sistema de contra incendio contará cuando menos con dos bombas de agua contra incendio, una principal y otra de relevo de 2,000 gal /min (cada una), una de las bombas actuada mediante motor eléctrico y la otra por motor a combustión interna. El Sistema contará con una bomba sostenedora de presión "jockey" con una capacidad de 20 gal / min.

Estas bombas tendrán como una rutina de inspección, el que se prueben semanalmente. A las bomba de combustión interna del sistema contra incendio se le hará también pruebas de lubricación y medición de temperatura de las chumaceras, rodamientos y mangas, arranque, prueba de alarmas, afinaciones, limpieza general, vibraciones cambio de aceite, sistema de baterías, sistema de enfriamiento y lubricación. La Terminal contempla la elaboración e implementación de una Lista de Verificación (Check list) de inspección mensual al sistema contra incendio donde incluyen la revisión de hidrantes, gabinetes, mangueras, llaves, pintura, señalización, manómetros y fecha última prueba hidrostática.

Rutas de Evacuación

Las instalaciones cuentan con rutas de evacuación y puntos de reunión donde se identifican los posibles trayectos de cada una de las áreas hacia cualquiera de los puntos de reunión distribuidos en el perímetro de las instalaciones.

Los puntos de reunión de la Terminal se ubican en zonas donde no se presenta riesgos hacia el personal al momento de una emergencia y en los cuales deberá reunirse el personal que haya desalojado una instalación

Las instalaciones cuentan con puntos de concentración señalados fuera del sitio de trabajo en los cuales se reunirá el personal que haya sido desalojado de las instalaciones. La Terminal cuenta con rutas y medios de salida, para permitir el desalojo de las instalaciones durante un estado de emergencia. Se establecen los siguientes puntos de salida de emergencia:

- Acceso / Salida vehicular principal.
- Acceso y salida peatonal principal.
- Acceso y salida vehicular del estacionamiento interior.
- Acceso vehicular de emergencia (lado oriente junto al servicio médico).
- Explanada o patios de maniobras de auto-tanques.

Medidas de Seguridad en áreas de almacenamiento de Gas. L.P.

La Terminal contará con ocho (8) esferas de almacenamiento (TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06, Telas cuales estarán protegidas por sistemas de aspersion que cubrirán toda la superficie de las mismas divididos en cuatro anillos de cada esfera. Estos anillos contarán con dos alimentaciones de agua contraincendio independientes, una que controlara la apertura del agua contraincendio a estos sistemas de aspersion mediante válvulas de diluvio que abrirán a señal de detección de fuego o de mezcla explosiva y otra alimentación controlada por apertura manual.

En caso de generarse una fuga o derrame de producto que pudiera salir fuera de la zona de esferas, se cuenta con hidrantes para mangueras y monitores de agua para dirigir descargas de agua hacia el punto de emisión y generar la dispersión de vapores o en su caso mojar la superficie en la zona y así mojar potenciales fuentes de ignición a efecto de reducir el potencial riesgo de ignición de la nube de Gas L. P.

En las áreas de llenado de auto-tanques y carro-tanques en caso de presentarse fuga o derrame de Gas L. se cuenta con sistemas de aspersion activados mediante la apertura de válvulas de diluvio, las cuales se activan por la acción de válvulas solenoide y su activación se puede controlar desde el cuarto de control de la Terminal o bien por detección de fuego o mezcla explosiva en el área.

Los tanques de almacenamiento de Gas L. P (esferas) cuentan con la siguiente instrumentación y sistemas que operan como medidas de protección y seguridad:

- Indicador de bajo nivel con señal al cuarto de control.
- Indicador por alta presión hidrostática con señal al cuarto de control (asociada al alto nivel).
- Indicador de baja presión con señal al cuarto de control.
- Sistema remoto de control de flujo.
- Sistema de alarma por baja presión con señal al cuarto de control.
- Válvulas Internas de Seguridad o de Exceso de Flujo
- Sistema de recuperación de vapores
- Venteo de emergencia mediante válvulas de seguridad PSV colocadas en cada esfera.
- Sistema de detección de mezclas explosivas en área de tanques con señales en campo y al cuarto de control.

Sistema de detección de gas combustible (mezclas explosivas) y fuego (SG&F).

En las diferentes secciones de la terminal se encuentran localizados detectores de gas combustible (mezcla explosiva) de tipo puntual. Estos detectores se han calibrado para alarmar presencia de mezcla explosiva en un intervalo del 20 hasta el 60 % del LEL (Límite Inferior de Explosividad) y se calibrarán para detectar propano y butano. Al censar una concentración de gas combustible que se encuentre entre el 20 y 60 % del LEL se enviará una señal de alarma al cuarto de control el cual emitirá alarmas audibles para que el personal operativo actúe a mitigar cualquier fuga o escape de Gas L, P. detectado por este sistema (SG&F). Se contará en la Terminal y en el cuarto de control, cuando menos con dos equipos autónomos de respiración (cilindros de aire/comprimido con mascarilla hermética).

Sistema de tierras físicas

La Terminal contará con conexiones a tierra de sus distintos equipos, especialmente aquellos ubicados en áreas de almacenamiento y manejo (bombeo) de productos inflamables. Adicionalmente, se realizará la medición de continuidad de su sistema de tierras de manera periódica, conforme lo marca la norma NOM-022-STPS-2008.

Programas de mantenimiento

La Terminal contará con un programa sistematizado de mantenimiento en el que se administrarán, controlarán y organizarán las actividades en los equipos de proceso, instalaciones y edificios.

Para el manejo de sustancias peligrosas se contará con programa de seguridad y mantenimiento de instalaciones eléctricas a prueba de explosión, sistema de tierras físicas, pararrayos (sistema de protección contra descargas atmosféricas), revisión y mantenimiento de válvulas de seguridad, detectores y alarmas del Sistema de gas y Fuego (SG&F), equipos de proceso, tuberías, estructuras, edificios y sistema contra incendio adecuados a las necesidades de la instalación y suficientes para mantener controlado los riesgos inherentes de este tipo de instalaciones.

Los tanques de almacenamiento, recipientes sujetos a presión, compresores (sistema e recuperación de vapores), subestación, plantas de emergencias y bombas contarán con programas periódicos de inspección y mantenimiento (eléctrico, civil, mecánico, instrumentos) que tienen por objeto revisar, controlar y mantener la integridad mecánica para prolongar la vida útil de los equipos. La Organización cuenta con el historial de cada equipo donde registra las reparaciones, inspecciones realizadas, condiciones actuales, modificaciones, mejoras y pruebas de integridad mecánica.

Un componente importante de los programas de mantenimiento que contempla la Terminal es el programa de mantenimiento civil que incluye aspectos básicos de pintura, pisos, muros y estructuras. Otros programas de mantenimiento considerados son los programas anuales de mantenimiento de los equipos mecánicos, eléctricos dinámicos de las instalaciones y en donde se revisan aspectos tales como:

- Sistemas eléctricos.
- Programas de mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas, tuberías, recipientes, racks, equipos en general, herramientas y sus accesorios
- Programas de mantenimiento a los recursos para atender emergencias, tales como red fija contra incendio, extintores, regaderas, sistema de gas y fuego (SG&F), paneles del sistema de alarmas de emergencia, entre otros

Pruebas de integridad mecánica en recipientes sujetos a presión (esferas) y línea de proceso (incluye medición de espesores entre otros).

En lo referente a las pruebas de integridad mecánica, se tomarán en cuenta todos los aspectos claves de la instalación de los equipos que estarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y corresponden a las especificaciones aprobadas en el diseño. En las pruebas de integridad mecánica se incluyen siguientes aspectos:

- Verificación de cumplimiento de especificaciones.
- Verificación de las condiciones de instalación.
- Verificación de la correcta instalación.
- Historial del equipo.
- Información del fabricante.
- Especificaciones de diseño del equipo.
- Información de la orden de compra.
- Especificaciones del equipo en planta.
- Información de mantenimiento.
- Lista de insumos que utiliza el equipo o para su mantenimiento.
- Especificaciones de sistema de apoyo crítico.
- Características de los sistemas de control y monitoreo.
- Calibración.
- Mantenimiento preventivo.
- Listado de repuestos.
- Descripción del equipo auxiliar.
- Planos de instalación.
- Calibración de instrumentos.
- Desarrollo de la documentación involucrada.
- Descripción del equipo y su capacidad de trabajo.

Se asegura mediante el Análisis de Integridad Mecánica que los equipos, tubería de procesos y en general todos los sistemas de almacenamiento y manejo (bombeo) de Gas L. P. se mantengan a lo largo de su periodo de vida útil, desde la fase de diseño, fabricación, instalación, construcción, operación y mantenimiento para garantizar la protección al personal, comunidad, medio ambiente e instalaciones.

Los elementos que conforman o componen la integridad mecánica en las instalaciones de esta Terminal son los siguientes:

- Aseguramiento de la Calidad de los Equipos.
- Inspección y pruebas.
- Procedimientos de mantenimiento.
- Capacitación en mantenimiento.

- Control de calidad de materiales de mantenimiento y partes de repuesto.
- Ingeniería de confiabilidad.
- Reparaciones y modificaciones.
- Auditorías.

Dispositivos de seguridad en recipientes de almacenamiento sujetos a presión (esferas)

Los recipientes sujetos a presión (esferas de almacenamiento) cuentan con válvulas de seguridad (PSV), indicador de presión, indicador de nivel, sistema de tierras físicas, así como con válvulas de exceso de flujo que actuarían en caso de un sobreflujo por fuga o ruptura en las líneas de entrada o salida de Gas L. P. de las esferas. Las esferas cumplirán con lo solicitado y requerido por a la NOM-020-STPS-2011

Equipo de protección personal

La Terminal contará también con su dotación de trajes completos de bomberos con botas, pantalón, chaquetón, guantes, monja, cuatro trajes de neopreno, casco, así como con los equipos de respiración autónoma portátil y compresor para la recarga de los equipos autónomos.

Conos de viento

La Terminal contará también con conos de viento ubicados en puntos estratégicos de la misma como las partes altas o elevadas de las esferas de almacenamiento o en los techos de las áreas de llenadera y descargaderas para verificar la dirección del viento y determinar cuáles son las rutas de evacuación y salida de emergencia más adecuadas, en caso de tener que desalojar las instalaciones por fuga o escape accidental de Gas L. P al ambiente.

Protección Pasiva Contra incendio

Las esferas de la Terminal, contarán con protección ignífuga o protección pasiva contra incendio en sus elementos de soporte (patas) a efecto de reducir el riesgo de colapso o caída de esteras por fallas en su estabilidad estructural ante un eventual incendio en el área de almacenamiento de esferas. Para LPG almacenado en recipientes a presión, la zona de influencia por fuego debe tener proyecciones mínimas en la horizontal de 15 m o del dique o área de contención e a protección ignífuga o protección pasiva contra incendio en esferas de almacenamiento se basará en lo establecido en la normativa nacional como por ejemplo, los estándares de referencia de Petróleos Mexicanos.

VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente,

MEDIDAS PREVENTIVAS

Otras medidas preventivas con que se contará en la Terminal son los programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación. Entre este tipo de medidas se tienen las siguientes:

Programa de Prevención de Accidentes (PPA)

Se incluirá para la Terminal con el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes (PPA) y el cual cubrirá los siguientes propósitos u objetivos:

- Evitar que los accidentes provocados por la realización de actividades altamente riesgosas (AAR), alcancen el nivel de desastre.
- Propiciar que quienes realicen actividades de riesgo, comunidad y empresas aledañas, así como autoridades locales, desarrollen una conciencia de alerta continua ante cualquier contingencia ocasionada por la liberación de sustancias peligrosas.
- Propiciar un ambiente de seguridad en la comunidad y empresas aledañas a una actividad de alto riesgo.
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar respuesta a cualquier contingencia ocasionada por el manejo de las sustancias peligrosas.
- Contar con planes procedimientos, recursos y programas para dar atención a cualquier situación de emergencia ocasionada por la liberación de sustancias peligrosas.
- Establecer los mecanismos de comunicación, coordinación y concentración de acciones para incrementar adecuadamente el PPA en la localidad.
- Que las industrias de alto riesgo difundan en la localidad, la información relacionada con las actividades que desarrollan y los riesgos que éstas representan para la población, sus bienes y el ambiente, así como los planes, procedimientos y programas con los que se cuenta, para disminuir y controlar dichos riesgos, enfrentar cualquier contingencia y atender desastres provocados por la liberación accidental de sustancias peligrosas.

Capacitación

Se incluirá un Programa de Capacitación anual que contemple los siguientes aspectos de seguridad, riesgo y medio ambiente:

- Plan de Respuesta a Emergencias.
- Ubicación de puntos de reunión, concentración, salidas de emergencia, rutas de evacuación y conos indicadores de dirección de viento.
- Usos de extintores.
- Conocimientos del sistema de alarma.
- Uso y manejo de equipos de protección personal.
- Hojas de seguridad.
- Almacenamiento e Identificación de Sustancias Peligrosas.
- Sistema de comunicación y alarma.
- Sistema de detección y alarmas de explosividad
- Uso y mantenimiento de equipo contra fugas y derrames.
- Selección, mantenimiento y uso de equipo de protección respiratoria.
- Identificación e interpretación de señalización de seguridad.
- Uso, transporte y mantenimiento de equipo de combate de incendios.
- Uso y mantenimiento de equipo de protección personal.
- Selección y uso de equipo de protección auditiva.
- Uso y entrenamiento de equipo de aire autónomo.
- Uso y mantenimiento de equipo de primeros auxilios.
- Primeros Auxilios en caso de intoxicación y quemaduras.
- Primeros auxilios en Paros: Cardíacos y respiratorios.
- Permisos de trabajo peligroso y no peligroso.
- Investigación de accidentes y/o accidentes.
- Prácticas en técnica de combate a incendios.
- Prácticas en técnicas de rescate y salvamento.
- Prácticas en técnicas de primeros auxilios

Sistema de Permisos de Trabajo

Se incluyen para la Terminal procedimiento para la aplicación de sistema de permisos de seguridad, el cual establece los lineamientos y prácticas mínimas de seguridad e higiene en las actividades que involucren trabajos en alturas, excavaciones y cualquier otra actividad con un cierto grado de riesgo a fin de prevenir daños al personal y a las instalaciones. Este procedimiento asegura que los trabajos en áreas de riesgo se realicen siguiendo los lineamientos de seguridad por los empleados y contratistas.

Simulacros y Plan de Respuesta a Emergencias (PRE)

Adicional y complementario al Programa de Prevención de Accidentes (PPA), se requiere definir o conformar el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Terminal. Para la buena función del Plan de Emergencias (PRE) de la Terminal el mismo se divide en dos tipos, el Plan de Respuestas Interno (PLANEI) y el Plan de Respuesta Externo (PLANEX). Es en el PLANEI donde se entrena y capacita al personal que integrará la Unidad de Respuesta a Emergencia (URE) y poniendo en práctica el PLANEI, es el realizar simulacros internos de manera programada donde se pone en práctica las brigadas de primeros auxilios, contra incendio, rescate y salvamento. Se incluyen las capacitaciones correspondientes al personal que conforman las brigadas y al personal en general en lo que es su actuación en caso de una emergencia interna y emergencias que rebasen los límites de la Terminal. En los programas de simulacros se consideran los escenarios identificados por el análisis de riesgos y en donde se realizan los simulacros integrales poniendo en práctica el plan de ayuda mutua con el PLANEX.

Tanto en el PLANEI como en el PLANEX integran las acciones establecidas por un plan de emergencia interno y un plan de emergencia externo y en los que se indican las acciones que deben ser llevadas a cabo por el personal involucrado en un estado de emergencia y de la adecuada organización de recursos humanos y materiales con la finalidad de prevenir daños mayores. En este Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) de la Terminal se incluyen los procedimientos específicos que deben llevarse a cabo por grupos especializados durante una contingencia y en los que se incluyen a las diversas brigadas de emergencia y grupos de apoyo externo establecidos. Se incluyen además las actividades y responsabilidades establecidas en el programa de trabajo de la unidad interna de protección civil en virtud de la concordancia de actividades que lo conforman. Se incluye también información cartográfica indispensable para llevar a cabo la logística durante un estado de emergencia.

Programa de Seguridad

El Programa de Seguridad de la Terminal incluirá las siguientes actividades:

- Revisión y mantenimiento de extintores.
- Revisión y mantenimiento a carteles, señalización de extintores y medidas de seguridad
- Revisión y mantenimiento de red contra incendio (hidrantes-monitores, monitores).
- Simulacros parciales de fuga, derrames de materiales peligrosos e incendio.
- Prueba anual de bombas contra incendio
- Mantenimiento y limpieza y pintura de bombas contra incendio
- Revisión de válvulas checks
- Inspección a sistema de válvulas vickers y pruebas parciales
- Revisión y prueba aspersores, filtros, strainer
- Pruebas y arranque automático de bombas contra incendio, purgado de la red
- Simulacro mayor
- Revisión y mantenimiento de equipo de protección personal.
- Platicas de seguridad
- Reuniones de Comites de Respuesta a Emergencias y Protección Civil
- Campañas de Seguridad
- Revisión y pruebas del sistema de alarmas
- Capacitación en campo de prácticas
- Revisión de conos de viento
- Revisión y prueba de equipos de atención de emergencias
- Revisión de carteles y señalamientos de seguridad

Brigadas

La Terminal integrara brigadas de respuesta a emergencias que consistirá en un grupo de personas designadas y entrenadas con propósitos específicos en la atención, control y gestión de situaciones de emergencias y que disponen de material y equipo necesario para combatir y controlar una situación de este tipo (emergencia). Las brigadas típicas que se formaran son entre otras:

- Brigadas de Primeros Auxilios.
- Brigadas de Evacuación.

- Brigadas de Manejo de Materiales Peligrosos.
- Brigadas de Prevención y Combate de Incendios.
- Brigadas de Búsqueda y Rescate

Grupos Regionales de Atención y Manejo de Emergencias (GRAME)

Con el objeto de implementar medidas de prevención y atención mutua ante incidentes industriales que afecten a la población y empresas conurbadas del municipio de Tepeji del Río y tula de Hidalgo, se consolidará e integrarán las brigadas de emergencia de la Terminal al Comité Regional Integral de Seguridad de la región.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

El Gas Licuado comercial tiene una clasificación de riesgo NFPA para la "Salud de 1", en "Inflamabilidad de 4" en "Reactividad de 0" y "no se tiene recomendación para un Riesgo especial"; El efecto de una fuga de Gas LP sería local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera que pueden producir irritación en los ojos y en las mucosas. Los hidrocarburos no son muy nocivos para las plantas, pero sí los oxidantes fotoquímicos, también los materiales son afectados por los oxidantes fotoquímicos. El Gas LP no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82) y no está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

Riesgo para la Salud.

Se advierte que en altas concentraciones en el ambiente (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.

El Gas Licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos. No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, muta génicas, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

Riesgos de Inflamabilidad

El Gas Licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, las instalaciones serán diseñadas y construidas en apego a la normatividad y estándares rigurosos nacionales e internacionales, adicional se tiene programas de mantenimiento y capacitación y sistemas que nos ayudan a detectar cuando el gas está presente en el ambiente consiguiendo óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC50 (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

Riesgo de Reactividad

El Gas Licuado tiene una estabilidad química estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Las instalaciones serán diseñadas para soportar las condiciones más extremas de operación, la Presión Máxima Permisible (MAOP) de 75.93 kg/cm²man (1.080 psig) a una Temperatura de 16°C ; se tienen válvulas PSV para proteger la tubería de proceso.

VII.2 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

1. La Terminal de Almacenamiento tendrá capas de protección o capas de seguridad que consta de un grupo de equipos y medidas administrativas de control que operan de forma conjunta con otras capas de protección para mitigar los riesgos de proceso; estas capas de protección están diseñadas para prevenir o mitigar las consecuencias de un evento potencialmente peligroso.

Una primera capa de protección consiste en un “Control Básico de Proceso”, para variables de proceso que puedan afectar la integridad de los equipos si la operación de proceso se desvía de los límites establecidos; estas capas de protección consta de un control de Presión PCV-101 / PCV-102 y válvulas controladoras de presión de relevo PCV-103 / PCV-104 y un control de flujo FCV-162 / FCV-158.

- Se tienen dispositivos de relevo de presión PSV localizados en la Terminal de Almacenamiento que evitarían la pérdida de contención de los equipos al aliviar los volúmenes en exceso a un lugar seguro.
- Se tiene una segunda capa de protección “Alarmas Críticas con Acción de los Operadores”.

Una segunda capa, en la Terminal se tendrá alarmas en el área de esferas, bombas de llenaderas, llenaderas, estación de medición, cuarto de control y oficinas.

Se tiene una tercera capa de protección “Sistema de Paro de Emergencia”:

- En la Terminal, para contrarrestar una posible pérdida de contención o fuga, en la instalación se tienen implementado un Sistema de Paro de Emergencia (ESD) que se activará en una posición de disparo por un evento de Gas /Fuego; el sistema de detección de gas tiene dos alarmas que alertará al operador de una concentración peligrosa de gas combustible, una de ellas es por alto nivel (LEL 12%) y la otra alarma es por alto –alto nivel (LEL 20%).

Se tiene una quinta capa de protección “Sistema de Mitigación, Sistema de Gas y Fuego”:

- Existirá en la Terminal un anillo de la red de agua contraincendio general que cubrirá toda la instalación mediante sistema de aspersion y la ubicación de dos hidrantes monitor cada uno ubicados y distribuidos en diversas áreas de la Instalación.
- Se tiene una sexta capa de protección “Planes de respuesta a emergencia”:
- Para la Terminal se tendrán los planes de respuesta a emergencia con procedimientos como el de Plan de Contingencia por Fuga de Gas Licuado del Petróleo, Plan de Contingencia para Incendios y Rescate, Ataque a Una Contingencia Originada por Derrame de Material Peligroso, Procedimiento para Efectuar Plan de Acciones en el Ataque a una Contingencia Originada por un Incendio en cualquier área de proceso, Protección Contra Incendio, Detección de Mezclas Explosivas y/o Fuego.

2. Se tendrán programas de mantenimiento a todos los equipos y sistemas de protección, el programa tendrá una frecuencia anual para válvulas y equipos y para dos detectores de gas y fuego se tendrá una frecuencia de calibración cada tres meses, para las válvulas re relevo de presión es cada tres años.

3. El personal de las instalaciones contará con un programa de capacitación para todos los empleados y la frecuencia de capacitación es acorde a cada disciplina o especialidad.

4. Se tendrán procedimiento para la administración, control y seguimiento de los cambios en las instalaciones para la revisión y aprobación de los cambios en los procesos, equipos o sistemas de tubería antes de la implementación del cambio.

5. La gerencia de operaciones contará con los procedimientos operativos para el control de los procesos de cada área.

6. El proyecto "Terminal de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Tepeji del Río, Hidalgo" estará diseñado para operar de forma segura y de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería.

VII.3 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

1. En la instalación contará en forma general con un sistema de paro de emergencia remoto que puede ayudar a reducir las consecuencias por explosión o incendio en el caso de un escape, la operación es capaz de detectar la liberación de gas LP y acciona las válvulas de aislamiento de forma rápida.
2. Se tendrá instalado un sistema de despresurización mediante válvulas de seguridad PSV's que pueden ayudar a reducir la cantidad y la velocidad de liberación: El sistema de desfuegos de la terminal de almacenamiento consta de la válvula de relevo por sobrepresión en el ducto de recibo así como de dieciséis (16) válvulas de relevo de presión las cuales están ubicada en la parte superior de las esferas (dos válvulas de relevo de presión por fuego en cada esfera, ocho esferas en total), todas conectadas a un sistema de desfogue atmosférico
3. Los tanques de almacenamiento esféricos tienen un sistema de aislamiento que en caso de detección de gas y fuego, el sistema SCD enviará una señal a la válvula solenoide de la U.O. para el envío del aceite hidráulico al acumulador, provocando el abatimiento súbito de la presión y cierre de las válvulas vickers.
4. En cada tanque de almacenamiento esférico se tiene instalado un sistema de diluvio que consta de una válvula de diluvio que puede ayudar a reducir el daño de fuego y minimizar o prevenir la escalada de un recipiente expuesto al fuego BLEVE .
5. En la Terminal se tienen monitores o hidrantes contra el fuego ubicados en lugares estratégicos en la Instalación que ayudan a atrapar grandes cantidades de aire en una nube de gas, el sistema de diluvio lo activa automáticamente el panel de la alarma contra incendio o el operador de la Instalación por medio de interruptores de diluvio desde la Consola de Operación del Cuarto de Control.

6. Se recomienda que se trabaje dentro de los límites de operación establecidos (presión, flujo y temperatura), y mantener la frecuencia de monitoreo, inspección y calibración de los diversos sistemas de protección.

7. Mantener siempre actualizado los teléfonos de emergencia del Grupo Regional para la Atención y Manejo de Emergencias "GRAME".

8. Capacitar y entrenar al personal que opere y realice el Mantenimiento a la instalación

9. La Terminal debe informar a la Agencia (ASEA) de incidentes y/o accidentes que impliquen un daño a las personas, a los equipos, a los materiales y/o al medio ambiente, de conformidad con las Disposiciones Administrativas de Carácter General que emita la Agencia.

10. La Terminal debe desarrollar su(s) procedimiento(s) internos de seguridad, y debe incluir al menos los siguientes:
 - Preparación y respuesta para las emergencias (Fuga, derrame, incendio, explosión).
 - Investigación de Accidentes e Incidentes.
 - Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas.
 - Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos.
 - Trabajos Peligrosos con fuentes que generen ignición (soldaduras, chispas y/o flama abierta).
 - Trabajos en alturas con escaleras o plataformas superiores a 1.5 m.
 - Trabajos en áreas confinadas.

11. En caso de existir una modificación al Diseño original de la Terminal que implique cambio en la tecnología de proceso o se incremente la cantidad de Almacenamiento se debe de actualizar el Análisis de Riesgos. Toda modificación que se realice debe ser documentada, actualizada e incluida en el libro de proyecto.

12. El programa de Mantenimiento debe contar con los procedimientos enfocados a:
- a. Asegurar el funcionamiento de los equipos relacionados con la Operación;
 - b. Asegurar que los materiales y/o refacciones que se usan en los equipos cumplen con las especificaciones de diseño y recomendaciones del fabricante;
 - c. Asegurar que se lleven a cabo las revisiones, evaluaciones de integridad y pruebas periódicas a los equipos;
 - d. Realizar el mantenimiento con base en las recomendaciones del fabricante;
 - e. Revisar el cumplimiento de las acciones correctivas resultantes del mantenimiento, y
 - f. Revisar los equipos nuevos y de reemplazo, para el cumplimiento con los requerimientos de Diseño.