

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS
POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. PERTENECIENTE A
MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V.,
UBICADA EN LA CARRETERA TEPATITLÁN-YAHUALICA KM
15, PREDIO LAS AZULES, AL NOROESTE DE LA CIUDAD DE
TEPATITLÁN, MUNICIPIO DE TEPATITLÁN DE MORELOS,
JALISCO**

Análisis de Riesgo elaborado por:



JGP CONSULTORIA AMBIENTAL S.C.

Guadalajara, Jalisco, marzo de 2021

INDICE

1.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	4
2.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	7
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	13
3.1.	Criterios, normas, códigos y estándares, consideradas en el Diseño del Proyecto	14
3.2.	Descripción detallada del proyecto	14
3.3.	Transporte por medio distinto a ductos	52
3.4.	Descripción del proceso	52
3.5.	Características y códigos de diseño	61
3.6.	Rutas de traslado de los materiales de alto riesgo	89
4.	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	95
4.1.	Aspectos abióticos del entorno del proyecto	96
4.2.	Aspectos bióticos del proyecto	110
4.3.	Susceptibilidad de riesgos de origen natural y antrópicos	126
4.4.	Historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas	141
4.5.	Identificación de zonas vulnerables de población	141
5.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	158
5.1.	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	159
5.1.1.	ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	159
5.1.2.	ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES	179
5.1.3.	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO	183
5.1.4.	JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	190
5.2.	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO	195
5.2.1.	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS	202
5.2.2.	ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS	202
5.3.	REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	215
5.4.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO	267

5.4.1.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	250
5.4.2.	INTERACCIONES DE RIESGO	267
5.5.	REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO	273
5.6.	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO	273
5.6.1.	SISTEMAS DE SEGURIDAD	273
5.6.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	286
5.6.3.	RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	288
5.7.	CONCLUSIONES	289
5.8.	RESUMEN EJECUTIVO	293
5.9.	INFORME TÉCNICO	300
6.	ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA)	310
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	311

I DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1. DATOS DEL PROMOVENTE

1.1 Nombre de la Empresa u Organismo Solicitante

Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V.

1.2 Registro Federal de Causantes

MGH 200427 EY4

1.3. Nombre Completo del Representante Legal de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V.

Luis Carlos Rubio Yáñez

1.4. Cargo Representante Legal

Apoderado Legal

1.5. R.F.C. del Representante Legal de la empresa

[REDACTED]

1.6. Clave Única de Registro de Población (CURP) del Representante Legal

[REDACTED]

1.7 Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones

[REDACTED]

[REDACTED]

Domicilio, Teléfono,
Correo Electrónico,
Registro Federal de
Contribuyentes y
Clave Única de
Registro de
Población del
Representante
Legal, Art. 113
fracción I de la
LFTAIP y 116 primer
párrafo de la
LGTAIIP.

1.8 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ANALISIS DE RIESGO

1.8.1. Nombre o Razón Social

SGP Consultoría Ambiental S.C.

1.8.2. Registro Federal de Contribuyentes

SCA-051101-4C1

1.8.3. Nombre completo y firma del responsable de la elaboración del análisis de riesgo

M. en C. Carlos Suárez Plascencia

1.8.4. R.F.C. del responsable de la elaboración del análisis de riesgo

[REDACTED]

1.5.5. CURP del responsable de la elaboración del análisis de riesgo

[REDACTED]

1.8.6. Cedula profesional del responsable de la elaboración del análisis de riesgo

1330490

1.8.7. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del análisis de riesgo

[REDACTED]

Domicilio,
Teléfono, Correo
Electrónico,
Registro Federal
de
Contribuyentes y
Clave Única de
Registro
Poblacional del
Responsable
Técnico del
Estudio, Art. 113
fracción I de la
LFTAIP y 116
primer párrafo de
la LGTAIP.

II UBICACIÓN DEL PROYECTO

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. Nombre del proyecto

Análisis de Riesgo para para el diseño, construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V. en el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

2.2. Ubicación del proyecto

Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal

La Carretera Tepatitlán-Yahualica Km 15, predio Las Azules, al noroeste de la ciudad de Tepatitlán, municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

Código postal: 47620

Entidad federativa: Jalisco

Municipio: Tepatitlán de Morelos.

Localidad: Las Azules.

Coordenadas geográficas y/o UTM, de acuerdo con los siguientes casos, según corresponda:

Las coordenadas geográficas centrales del predio son:

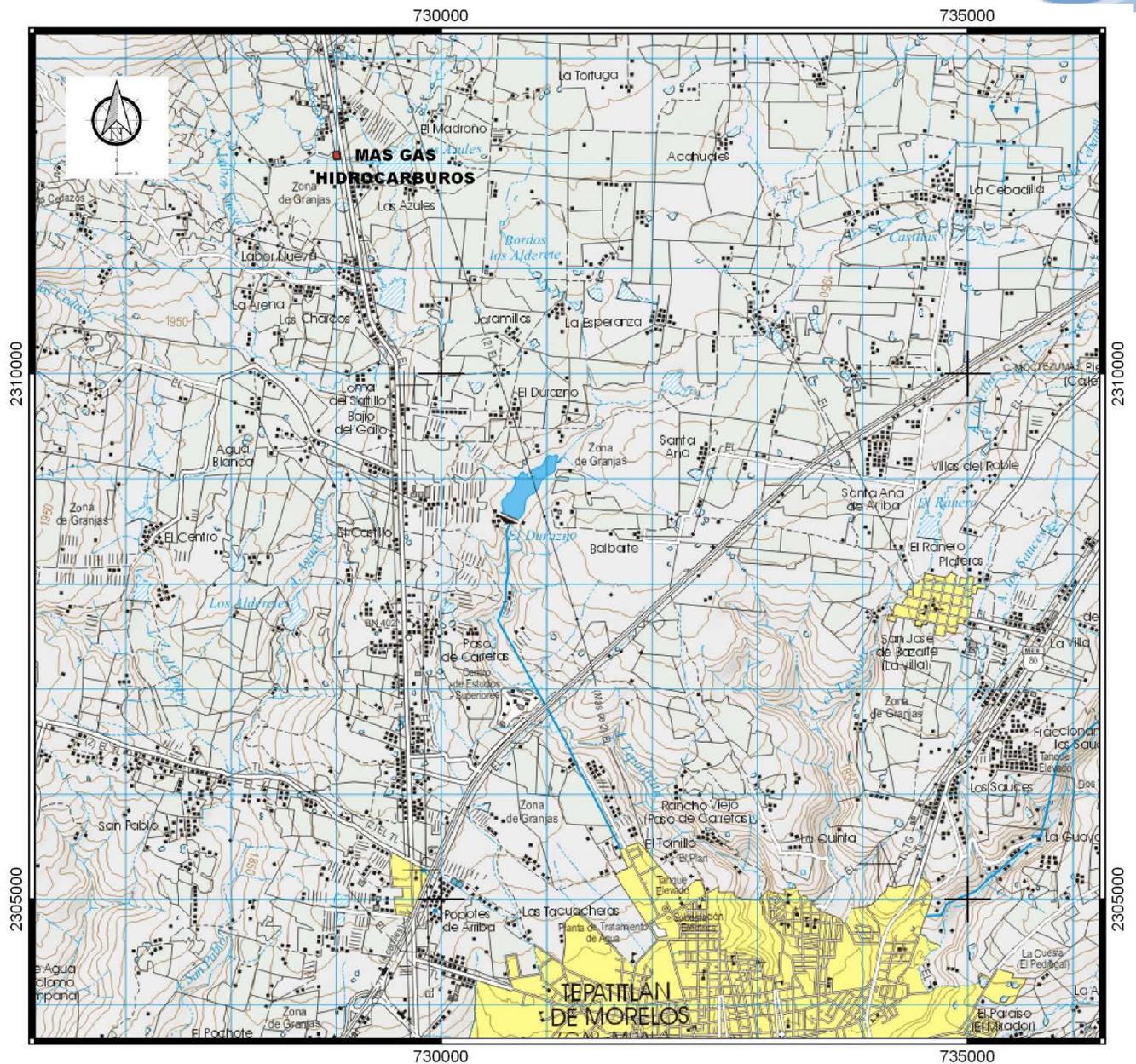
20° 53' 41.29" Latitud Norte 102° 47' 54.4" Longitud Oeste 1948 msnm

Cuadro 1. Coordenadas UTM del predio que ocupará la planta de distribución:

729,030.46 m E	2'312,116.90 m N
729,043.60 m E	2'312,038.20 m N
728,979.85 m E	2'312,037.36 m N
728,971.22 m E	2'312,107.30 m N



Figura 1. Imagen de localización del sitio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P. de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V., al noroeste de la ciudad de Tepatitlán de Morelos, el predio está señalado por una flecha amarilla y marcado con polígono verde y puntos blancos.



MACRO LOCALIZACIÓN DEL PREDIO DONDE SE CONSTRUIRÁ LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P., PROPIEDAD DE MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V., EN LA CARRETERA TEPATITLÁN-YAHUALICA KM 15, PREDIO LOS AZULES, AL NORPONIENTE DE LA CIUDAD DE TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO



Fuente: INEGI, 2016
Proyección: WGS 84 /UTM 13 N
17 de noviembre de 2020

2.3. Programa General de Trabajo

La calendarización los trabajos de construcción comenzaran el 1 de mayo de 2021 y terminaran la segunda quincena del mes de diciembre de 2021.

ACTIVIDADES	SEMANAS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Preliminares (terraplano y extracción de limo-arcilla)		■	■	■													
Bases para el tanque de almacenamiento				■	■	■	■										
Preparación de la plataforma en zona del tanque			■	■	■	■	■										
Protección de zona del tanque y circulación con malla del límite de la planta							■										
Instalación mecánica de tuberías y válvulas								■	■	■	■	■					
Pavimentos en plataforma del tanque y área de circulación interna												■	■				
Construcción de oficina y servicios												■	■	■	■		
Sistema contra incendio a base de agua a presión												■	■	■			
Pruebas de hermeticidad a tanque y líneas													■	■	■		
Colocación de la toma de recepción y del compresor de suministro a pipas													■	■	■		
Instauración de áreas verdes															■	■	
Colocación y terminado de almacenes temporales de residuos peligrosos y de manejo especial																■	■
Varios																	■

Tabla. 1

2.4. Dimensiones del proyecto

El predio Las Azules cuenta con un área total de 4,626.69 m² que se destinarán totalmente para la construcción y operación de la planta, tal y como lo especifica la NOM-001-SESH-2014.

Cuadro 2: Superficies del proyecto:

Sección	Superficie m ²	%
Zona de almacenamiento	272.52	5.89
Muelle de llenado de cilindros	85.68	1.85
Plataforma de descarga de transportes	69.00	1.49
Toma de Recepción de auto-transportes	10.50	0.23
Toma de suministro para auto-pipas	10.50	0.23
Toma de suministro para auto-carburación	10.50	0.23
Plataforma de llenado de auto-pipas	30.00	0.65
Tablero eléctrico	6.20	0.13
Sanitarios	8.55	0.18
Oficinas	36.88	0.80
Cuarto de control de incendios	2.50	0.05
Áreas Verdes	231.33	5.00
Estacionamientos	165.40	3.57
Área de revisión de cilindros	9.00	0.19
Área de cilindros rechazados por defectos	18.96	0.41
Área de circulación interna	3659.33	79.09
Total de la Predio Las Azules	4,626.69	100.00

III DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. criterios, normas, códigos, estándares, buenas prácticas, entre otros consideradas para la elaboración de las bases de Diseño del Proyecto

El diseño de la Planta de Distribución de Gas L.P. se realizó conforme a la Norma Oficial Mexicana Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. Publicada en el diario Oficial de la federación el 22 de octubre del 2014, siendo avalada por el Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Marco Antonio Anaya Torres UVSELP-054-C en la SENER.

3.2. Descripción detallada del proyecto

1. Urbanización de la Planta

El acceso, la salida de emergencia, los estacionamientos y las áreas destinadas a la circulación interna de vehículos de la planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra con piso consolidado con suficiente amplitud para la circulación eficiente y segura de vehículos y personas, con una ligera pendiente del 1 % con dirección a la colindancia Este para el desalojo natural de las aguas pluviales.

Toda el área interna de la planta se encuentra libre de árboles, materiales combustibles diferentes al Gas L.P. y de objetos ajenos a la operación de la misma.

No existen líneas eléctricas con tensión mayor a 4 000 V, ajenas a la planta de distribución, que crucen el predio de la misma.

a) Delimitación del predio

El terreno que ocupara la planta de Distribución se encuentra en zona rural, con una distancia mayor de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento al centro de la carretera federal existente. Su perímetro se encuentra delimitado por muro de ladrillo recocido de 2.20 m de altura en su colindancia Norte, con malla ciclón metálica de 2.20 m de altura en su colindancia Sur, con muro de ladrillo recocido con 3.0 m de altura en su colindancia Este y con malla Ciclón metálica y muro ladrillo recocido de 2.20 m de altura en su colindancia del Oeste. (Ver colindancias en Plano Civil).

b) Accesos

El acceso se ubica por la colindancia Norte con 6.14 m de ancho por el camino vecinal al Rancho el Encino y su salida de emergencia se ubica por su colindancia Este con 12.84 m de ancho, ambas, acceso y salida de emergencia con puertas metálicas de lámina cerrada.

c) Edificios

Las construcciones destinadas para oficinas, CCM, cuarto de máquinas y servicios sanitarios, se ubican por la colindancia Este, construida con materiales no combustibles en sus acabados y estructuras exteriores.

d) Estacionamiento

El estacionamiento de los vehículos de la empresa utilizados para el reparto y distribución de Gas LP se localizan por los linderos Este, con piso consolidado, delimitados por cajones de estacionamiento, no obstruyendo la salida y circulación del resto de los vehículos. Para los vehículos utilitarios su estacionamiento se encuentra por la colindancia Norte.

e) Techos y cobertizos

Esta planta no cuenta con techos y cobertizos para resguardo de vehículos.

f) Taller mecánico

Esta planta no contará con un taller mecánico, para reparaciones y mantenimientos se hará en talleres de las localidades cercanas o de la cabecera municipal.

g) Zona de almacenamiento

El piso se encuentra proyectado con una terminación de concreto y un desnivel del 1% que permita el desalojo del agua pluvial en esta zona.

h) Bases de sustentación del tanque de almacenamiento

Las bases de sustentación del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. estarán diseñadas en base al cálculo estructural que arroja el Estudio de Mecánica de Suelo. (Anexo 1).

i) Medios de protección

La zona de protección del recipiente de almacenamiento, del muelle de llenado de recipientes transportables, de las tomas de recepción, suministro y carburación interna, se encuentra protegidas por muretes de concreto armado de 0.7 m altura x 0.20 m de ancho con la zona de circulación de vehículos a NPT.

Dentro de esta misma plataforma de la zona de protección se proyecta la instalación del compresor, las bombas de trasiego, las tomas de suministro, de recepción y de carburación, resguardadas de cualquier impacto mecánico derivado de las actividades de circulación

interna de los vehículos. Todos cumplen con las distancias mínimas normativas de la NOM 001 SESH 2014.

j) Trincheras para tuberías

No cuenta con trincheras.

k) Muelle de llenado para recipientes transportables

Contará con un muelle de llenado de recipientes transportables ubicado al Sur del recipiente almacén de gas. Cubierto con techo metálico. Integrado con 6 basculas de llenado y una de reposo, con piso compactado y recubrimiento de concreto. Sus muros por la parte exterior superior, contará con Angulo metálico incrustado al concreto y sobre este se soldará un canal metálico con polines de madera atornillados como topes antichispas contra impactos de vehículos al realizar su carga y descarga de recipientes transportables

Dimensiones del muelle

Largo	12.0 m
Ancho	8.0 m
Área	96 m ²
Altura NPT a piso del muelle	1.20 m
Altura del piso del andén al techo	3.0 m

Tabla 2

l) Zona de almacenamiento interno de diésel

No contará con almacenamiento de diésel.

m) Servicios sanitarios

Por el lindero Oeste a un costado de las oficinas, se ubicarán los servicios sanitarios para uso del personal de la empresa, contruidos con muros de tabique y techo de loza de concreto, equipados con una regadera, dos tazas, dos lavamanos y un mingitorio alargado, con un almacenamiento de agua para servicios generales de un tinaco ubicado en la azotea de 800 lt y abastecido de agua por tubería proveniente de un pozo profundo externo.

Contará con un biodigestor de 7,000 lt de capacidad, conectado a un tubo de PVC de 101 mm de ϕ que conducirá las descargas de las aguas residuales de las regadera, tazas, mingitorio y servicios sanitarios de oficinas y de empleados, con una pendiente del 1.5 %. (Ver detalle de en Plano Civil).

n) Distancias mínimas entre elementos

Las distancias mínimas reglamentarias más críticas que se guardan en la planta.

DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO A:	REGLAMENTARIAS	REALES
Límite del predio de la planta de distribución	15.0	21.63
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15.0	22.46
Llenaderas de recipientes transportables	6.0	6.30
Plataforma del muelle de llenado	5.0	6.0
Piso terminado	1.50	1.60
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables	5.0	10.62
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	25.0	N/A
Boca de toma de carburación de autoconsumo	5.0	5.50
Boca de toma de recepción y suministro	5.0	5.50
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento	2.0	2.20
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15.0	22.46
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, auto-tanques o semirremolques.	10.0	19.65
DE LLENADERA DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES A:		
Límite del predio a la planta de distribución	15.0	23.54
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15.0	24.39
Boca de toma de recepción, suministro y carburación	5.0	10.52
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15.0	24.39
T. DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN	REGLAMENTARIAS	REALES
Límite del predio de la planta de distribución.	8.0	14.53
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia.	15.0	16.95
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P	25.0	N/A
A construcciones en cuyo interior existan calentadores de agua, estufas o parrillas eléctricas o a fuego directo	15.0	16.95

DE BOMBA Y COMPRESOR A:	REGLAMENTARIAS	REALES
Límite de la zona de protección.	0.8	2.0
SOPORTES DE TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN	REGLAMENTARIAS	REALES
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5	0.8

Cuadro 3

Descripción de la Obra Civil a Edificar

CIMENTACIÓN: Se utilizará piedra de la región, libre de arcilla o elementos orgánicos, mortero de cementos-cal-arena en una proporción 1:1:10, y en caso de que la cimentación salga sobresalga de la superficie, se utilizara mortero de cemento cemento-arena en proporción 1:3 con terminado sin rostrear a plomo y regla, el junteo de la piedra no deberá de presentar huecos sin mortero.

MUROS: Muros de tabique de hormigón de $F'N= 100 \text{ Kg/cm}^2$ de 11x14x28 cm.

DALAS Y CASTILLOS: Se utilizó castillos y dalas ARMEX con $F_y=5000 \text{ Kg/cm}^2$, la varilla corrugada de resistencia de $F_y= 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ la arena no deberá contener un mínimo del 6% de arcilla, la grava fue de roca triturada con agregados máximos de 3/4" y sin presencia de arcillas, el revestimiento del concreto fue de 10-12 cm, la resistencia será de 200 Kg/cm^2 .

ANCLAJE DE CASTILLOS: Los castillos estarán ahogados en una base de concreto $f'c= 200 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.25x0.25x0.40 cm, como mínimo y deberán de quedar completamente alineados y plomeados.

TECHOS Y ENTREPISOS DE LA OFICINA: Losas y Trabes de concreto $F'c=200 \text{ Kg/cm}^2$ reforzadas con acero $F'y= 4,200 \text{ Kg/cm}^2$, aligeramiento con bloque hueco de jalcreto 15-20-40, cimbra de tipo común. Cubiertas con hormigón de pómez. Enladrilladas con ladrillo de azotea junteada con cemento-arena en proporción 3:5, las juntas entre ladrillo deberán de ser uniformes no menores de 2mm y no mayores de 3.50 mm, además se lechará la superficie superior con cemento gris.

FIRMES DE SUELO DE CEMENTO DE LA ZONA DE OFICINA: El suelo cemento será con una proporción de 1:10, la mezcla está libre de material orgánico y al instalarse se hizo en capas no mayores de 15 cm, las cuales se compactarán con rodillo vibratorio o placa vibratoria, introduciendo agua.

PISO DE CONCRETO EN LA ZONA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO: El piso será colado con juntas de dilatación o construcción y acabado con rallado de brocha, la resistencia del concreto es de 140 Kg/cm^2 , con un espesor promedio de 8.00 cm, y la base se compactará al 90% prueba proctor, con una pendiente general del 2% hacia el drenaje interno.

INSTALACIÓN SANITARIA DE LOS BAÑOS: Tuberías y conexiones de cobre tipo M y L soldable, así como tubería galvanizada en alimentación.

RED DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO: Tubería de PVC con un diámetro de 6", con una pendiente del 2%, la pendiente del piso hacia los recolectores fue de 2%, los pozos de vista se construirán de mampostería de tabique con brocal y tapa de concreto. Este está conectado hacia el biodigestor preconstruido marca Rotoplas a colocar en la planta.

Indicar los recursos naturales renovables que serán empleados en cada etapa del proyecto.

Tabla 3. Recursos Naturales Renovables

Recurso empleado	Volumen, peso o cantidad empleada	Forma de obtención	Etapas de Uso	Lugar de obtención	Modo de empleo	Método de extracción	Forma de traslado a la planta.

El proyecto de la planta no requiere de recursos naturales renovables para su construcción y operación, por lo tanto, no aplica el llenado de esta tabla.

Tabla 4: Consumo de Agua

Etapa	Agua	Consumo Ordinario		Consumo Excepcional o Periódico			
		Volumen	Origen	Volumen	Origen	Volumen	Origen
Preparación del sitio	Cruda			5000 lt	Pipa		
	Tratada	-----	-----				
	Potable	40 lt/día	Repartidor, para consumo de los trabajadores				
	Cruda	5000 lt/día	pipa				
Labores de Construcción	Tratada	-----	-----	20,000 lt	Pipa		
	Potable	80 lt/día	Repartidor, para uso de los trabajadores				
	Cruda						

Operación	Tratada						
	Potable	120 lt/día	Repartidor, para uso de los trabajadores				
	Cruda	99.5 m ³ 1.5 m ³	Pipa Para uso del sistema vs incendio Para uso en sanitarios y regaderas				
Mantenimiento	Tratada	-----					
	Potable	-----					
Abandono	Cruda	-----					
	Tratada	-----					
	Potable	-----					

El agua a utilizar durante la etapa operativa es de aproximadamente 1,500 lt, los cuales se tomarán del tinaco de 1,200 lt a colocar en la azotea de la oficina, la segunda reserva está en el tanque tiene capacidad de 99.5 m³. El llenado de este se hará a través de la toma domiciliaria del predio.

Materiales y Sustancias utilizadas en la etapa de construcción.

Tabla 5: Materiales

Material	Etapas	Fuente de Suministro	Forma de manejo y traslado	Cantidad requerida
Ladrillo	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	13,500 piezas
Arena de río	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	83 m ³
Concreto	Construcción	Concreteras de la zona	Camión revolvedor	195 m ³
Grava	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	109 m ³
Cemento	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	44 toneladas

Curacreto aditivo	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	126 litros
Cimbra barrotes	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	250 piezas
Varilla	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	8.3 toneladas
Alambrón	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	900 kg
Loseta Vinílica	Construcción	Tienda de materiales de construcción de Tepatitlán de Morelos	Camión	280 m ²
Ventanas de aluminio con cristal	Construcción	Herrería	Camión	6 piezas
Tanque de almacenamiento*	Construcción	CYTSA	Tráiler	1 tanque de 125,000 lt/agua
Tubería del sistema de enfriamiento del nuevo tanque*	Construcción	Tienda de material de construcción	Camión	67 m
Válvulas*	Construcción	CYTSA	Camión	30 piezas
Bomba*	Construcción	CORKEN	Camión	1 piezas
Compresor*	Construcción	CORKEN	Camión	1 pieza
Tubería del sistema de llenado y trasiego de 76 mm, 51 mm y 32 mm.*	Construcción	CYTSA	Camión	51 m

Pintura de aceite **	Construcción y Operación	Tienda de pinturas	Camión	970 lt
Pintura Vinílica	Construcción	Tienda de pinturas	Camión	270 lt

* Ver diagrama isométrico y plano contra-incendio.

** Para pintar el tanque, tuberías y zonas de protección.

Requerimientos de Personal e Insumos Personal

Tabla 6: Personal

Etapa	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporal	Extraordinario	
Preparación del sitio	No Calificada		4		Si
	Calificada		8		Si
Construcción	No Calificada				
	Calificada		33		Si
Operación y Mantenimiento	No Calificada				
	Calificada	20**		1+4*	Si

* Unidad de verificación en materia de gas L.P., el cual hará revisiones y labores de mantenimiento cada seis meses a la planta.

**Personal actual que labora en la planta, que con el incremento de capacidad no habrá nuevas contrataciones.

De acuerdo a la magnitud del proyecto este no generará fenómenos migratorios temporales o permanentes.

Maquinaria y Equipo

El equipo que se utilizará durante la preparación del terraplén y la construcción de la plataforma de concreto y las bases del tanque, lo podemos dividir en dos tipos, el pesado y menor.

Tabla 7: Equipo y Maquinaria Utilizados durante cada una de las etapas del Proyecto.

Maquinaria Y Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra	Horas de Trabajo	Decibeles emitidos	Emisiones a la Atmósfera	Tipo de combustible
Tractor D-5 Caterpillar mod. 90	Construcción	1	5 días	Turno de 8 h.	71		Diésel
Camión International volteo de 7 m ³	Construcción	2	30 días	Turno de 8 h.	62		Diésel
Pipa de 12,000 lt.	Construcción	1	15 días	1 hora/semana	62		Diésel
Grúa	Construcción	1	3 días	Turno de 8 h.	88		Diésel
Equipos de soldadura eléctrica, mod. MIR-200-Gs CA-CD	Construcción	1	20 días	Turno de 8 h.		-----	Electricidad
Vibrocompactador	Construcción	1	15 días	Turno de 8 h.	88		Diésel
Retroexcavadora	Construcción	1	5 días	Turno de 8 h.	75		Diésel
Motoconformadora	Construcción	1	5 días	Turno de 8 h.	75		Diésel
Rodillo	Construcción	1	5 días	Turno de 8 h.		-----	Manual
Revolvedora R-10 con capacidad de un saco de cemento	Construcción	2	25 días.	Turno de 8 h	70	-----	Electricidad
Auto-Pipas	Operación	20	6 días	Turno de 16 h.	65		
Bombas	Operación	6*	6 días	Turno de 12 horas.	77	-----	Electricidad y gasolina
Compresor	Operación	1	6 días	Turno de 12 horas	76	----	Electricidad

* Dos bombas (una eléctrica y el segundo de combustión interna) corresponden al equipo de control de incendios a base de agua a presión, y esta esporádicamente entrará en funcionamiento.

Nota. El equipo de construcción fue rentado en su totalidad por la empresa constructora, por lo que se tomaron medidas de ruido a equipos similares en operación, utilizando para ello un sonómetro marca Radio Shack. En tanto que las pipas para gas L.P. se midieron el nivel de ruido tanto en su operación normal, así como cuando trasiega el gas L.P. del auto- tanque al tanque de almacenamiento.

Proyecto Mecánico

1) RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO

a) Especificaciones

Se contará con 1 recipiente de almacenamiento construido bajo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente en su fecha de fabricación. Tipo intemperie, cilíndrico, horizontal, de fabricación nacional especialmente para contener GLP, de las siguientes características.

No. económico	1
Marca	CYTSA o equivalente
No. serie	-----
Año de fabricación.	2021
Capacidad nominal 100% lt. agua.	125,000
Altura sobre NPT.	1.60 m
Diámetro exterior.	3.36m
Largo total.	15.24 m
Presión de diseño	17.58 Kg/cm ²
Distancia entre bases.	9.09 m
Tara en Kg.	23,700 Kg
Densidad del Gas	0.54
Espesor placa cilindro	18.5mm
Espesor placa de tapas	9.9 mm
Material de placa de cilindro	A-612
Material de placa de tapas	A-612
Tipo de cabezas.	Hemisféricas
Radiografiado.	100 %.

Cuadro 4

Se instalará montado sobre bases de concreto tipo cuna, permitiendo sus movimientos de contracción y dilatación por cambios en la temperatura del medio ambiente.

Estará resguardado dentro de la zona de protección con muretes de concreto y la diferencia de alturas de 0.70 m entre piso terminado de zona de circulación de vehículos y la zona de piso del área del tanque de almacenamiento.

Contará con una altura de 1.60 m de la parte inferior del recipiente al nivel de piso terminado del área de almacenamiento, con dos escaleras metálicas, una para el acceso permanentemente a la parte superior del domo del recipiente y la otra para llegar al instrumental instalado en el cabezal del recipiente y verificar la lectura de los instrumentos de medición y control del recipiente.

Accesorios

El recipiente de almacenamiento contara con dispositivos de seguridad y medición con indicación que podrá ser local o remota, con coples y conexiones soldadas necesarias para la instalación de los siguientes accesorios que podrán ser de la marca mencionada como referencia o se instalaran de marcas comerciales similares.

- ** Un medidor magnético (Magnetel) de nivel de líquido roscado Marca Rochester Modelo M 6339 de 25.4 mm (1") de diámetro.
- ** Un termómetro marca Rochester con graduación de – 20 a + 50° C de 12.7 mm (½") de diámetro toma posterior, caratula de 51 mm (2") de diámetro.
- ** Un manómetro con graduación de 0 a 21 Kg/cm² De 6.4 mm De (1/4") de diámetro toma posterior con caratula de 50.8 mm (2").
- ** Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm De (¼") de diámetro una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- ** Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido Marca Rego Modelo A7639V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.
- ** Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – Vapor Marca Rego Modelo A3292C – B de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 322 L.P.M. (85 G.P.M.).
- ** Una válvula multiport bridadas Marca Rego Modelo A 8547G de 101 mm (4") de diámetro cada una con cuatro válvulas de seguridad cada una Marca Rego Modelo A3149 – MG de 64 mm De (2 ½") de diámetro con capacidad de 294 m³/min. Cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. Las válvulas de seguridad que se tienen

instaladas en la parte superior de los tanques cuentas con tubos de descarga de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 m de altura.

** Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".

MAQUINARIA

a) Bombas

Contará con 3 bombas con un cople flexible en la línea de succión, precedidas de un filtro y su descarga contará con una válvula automática de retorno de gas al recipiente de almacenamiento.

Número.	No. 1	No. 2	No. 3
Operación básica.	Toma de Carburación	Toma Suministro	Llenado cilindros
Marca	Corken (51 mm de Ø")	Corken (76 mm de Ø")	Corken (76 mm de Ø)
Motor eléctrico.	5 C.F	10 C.F.	7.5 C.F.
RPM	520	640	640
Cap. nominal	189 LPM	454 LPM	454 LPM
Presión diferencial de trabajo	5.0 kg/cm ²	7.0 Kg/cm ²	7.0 Kg/cm ²
Tubería de succión	51 mm Ø	76 mmØ	76 mmØ
Tubería de descarga	51 mm Ø	76 mmØ	76 mmØ

Cuadro 5

Compresor

El compresor se instalará entre coples flexibles, con una válvula de alivio de presión con su descarga a través de una tubería evitando que su desfogue este orientado a algún elemento de la planta de distribución. Cuenta además con una trampa de líquidos con una línea de purga a 2.50 m. sobre NPT.

Número	1
Operación básica	Trasiego de Gas LP de transportes a tanque de la planta.
Marca.	Corken 491
Motor eléctrico	15 C.F.
RPM	720
Cap. nominal	813 LPM
Desplazamiento	48.8 m ³ . / hr.
Punto de compresión	1.49
Máxima presión de descarga	17.5 kg/ cm ²
Tubería de gas vapor	51 mm de Ø
Tubería de gas líquido.	76 mm de Ø

Cuadro 6

Tanto las bombas como el compresor se encontrarán dentro de la zona de protección del área de almacenamiento resguarda de posibles daños mecánicos, con una distancia mayor a 0.8 m de la parte exterior del murete de concreto y a una altura de 0.70 m arriba del NPT de circulación de vehículos.

Los motores eléctricos se encuentran acoplados con bandas tipo “V”, con protección de cubre bandas atornilladas a sus bases metálicas ancladas al piso de concreto.

Los motores eléctricos serán APE apropiados para operar en atmosferas de vapores inflamables, estarán conectados al sistema general de “tierras” y contarán con un interruptor automático de sobrecarga eléctrica.

CONTROLES MANUALES Y AUTOMATICOS

a) Controles Manuales

En diversos puntos de las tuberías para el control de flujo de gas L.P. se instalarán válvulas de globo y de bola con accionamiento manual para una presión de trabajo de 28.0 kgf/cm², las que permanecerán “cerradas” o “abiertas”, según el sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos:

A la descarga de cada una de las bombas se instalará un control automático para el retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento que actuará ante una sobre presión diferencial de apertura calibrada a 5.0 kgf/cm² (71.0 Lbf/ pulg²).

c) Controles de medición

En las Tomas de Recepción, Suministro y de Carburación, se instalará un sistema de medición másico o su equivalente volumétrico de gas L.P. para el control de inventarios en las entradas, salidas y consumo interno de Gas L.P.

BASCULAS DE LLENADO Y DE REPESO

a.- Básculas de llenado.

En el muelle de llenado se proyecta la instalación de 6 basculas tipo plataforma para el llenado de cilindros transportables, todas, marca Revuelta o similar, con una capacidad individual de 125 kg, integradas con un automático de control de peso "Troya" y una celda de carga que, al llegar al peso requerido en cada cilindro, se genera una señal activando o desactivando la válvula solenoide instalada en la línea de llenado, abriendo o cerrando el flujo de gas.

b.- Báscula de repeso.

Se cuenta con una báscula de repeso tipo plataforma similar a las de llenado con una capacidad de 125 kg y con indicador digital para verificar el peso en cada uno de los cilindros que se llenaron.

Para una mejor protección las básculas de llenado, como la de repeso se encuentran conectadas a una línea general de tierra.

MÚLTIPLE DE LLENADO

El múltiple de llenado está formado por tubería de AC C-40 sin costura de 76 mm Ø. sujeta con abrazadera tipo "U" sobre soportes metálicos a 1.20 del nivel de piso del muelle.

La tubería a su llegada antes de la conexión al Múltiple de llenado contará con una válvula de bloqueo tipo globo con accionamiento manual, además tendrá instalada una válvula de relevo hidrostático de 13 mm Ø y un manómetro con una caratula de 64 mm Ø y un rango de operación de (0-21) Kg/cm².

Consta de 6 salidas de 13 mm Ø para el llenado de recipientes transportables, equipadas con:

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Válvula de globo de 13 mm
1	Manguera especial para gas de 13 mm x 1.20 m.
1	Válvula de cierre rápido de 13 x 6.4 mm
1	Conector o punta pool de 6.4 mm, con maneral.
1	Conjunto para el automático de llenado, que consta de: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula solenoide de 13 mm • Una fotocelda para captar el movimiento de la barra de la báscula. • Actuador o modulo electrónico
1	Registro de terminal Pegasus para medición de masas y servicios realizados

Cuadro 7

TOMAS DE RECEPCION, SUMINISTRO Y AUTOCARBURACION

a.- **La toma de recepción.** - Se localiza a 10.46 m por el costado Suroeste del recipiente de almacenamiento en una extensión del piso del área de almacenamiento.

Diseñadas para la descarga de los semirremolques por medio de la presión diferencial realizada por un compresor acoplado a motor de 15 HP. Consta de 2 bocas terminales de 51 mm Ø para conducir gas líquido, hasta conectarse a una tubería de 76 mm Ø. Cuenta además con otra boca terminal de 32 mm Ø con ensanchamiento a 51 mm Ø, para conducir gas-vapor a través del compresor

Las 2 bocas terminal del gas-líquido de 51 mm Ø de la toma de recepción se proyectaron integradas con un acoplador, una válvula de cierre manual, un tramo de 5 m de manguera para gas L.P., un punto de ruptura conectado a un coplee soldado a un marco metálico. En su trayectoria hacia el recipiente de almacenamiento de gas ambas bocas terminales se unen en un ensanchamiento de tubería de 51 a 76 mm Ø, donde se encuentra un indicador de dirección de flujo de gas con un no retroceso incorporado y un medidor másico para cuantificar los volúmenes de gas que se reciben.

b.- **La toma de suministro.** - Se localiza a 5.5 m por el costado Noreste del recipiente para gas en una extensión de su área de almacenamiento, se utiliza para el llenado de los auto-tanques por medio de la presión diferencial realizada por una bomba acoplada a motor eléctrico de 10 HP.

Se encuentra proyectada con una toma de 51 mm \emptyset con un medidor másico para control de flujos de gas, integrada con un acoplador, una válvula de cierre manual, un tramo de manguera para gas L.P. de 5 m, y un punto de ruptura conectado a un coplee soldado al soporte metálico.

Dentro del Soporte Metálico se encuentra instaladas dos tuberías de 51mm \emptyset , una para gas-líquido y a otra para gas-vapor, ambas con los siguientes accesorios: una Válvula de exceso de flujo, precedida por una válvula de cierre de accionamiento manual y una válvula de cierre con actuador neumático a control remoto.

La tubería con gas-líquido a su salida del marco metálico se conecta a una manguera de 51 mm \emptyset para el llenado de auto-tanques, mientras la tubería de gas-vapor se reduce a 32 mm \emptyset y se conecta a una manguera de mismo diámetro.

c.-La toma de carburación. - Se proyecta con tubería de 51 mm de \emptyset para suministro de gas L.P. para carburación a vehículos propios de la empresa con una bomba de 5 HP. Se localiza por el costado Noroeste del recipiente almacén, cuenta con medidor de flujo de gas másico o su equivalente en volumétrico.

Dentro del Soporte Metálico se encuentra instalada una tubería de 51mm \emptyset para gas-líquido y cuenta con los siguientes accesorios: Una Válvula de exceso de flujo, precedida por una válvula de cierre de accionamiento manual y una válvula de cierre con actuador neumático a control remoto, a su salida del marco metálico la tubería se reduce a 25 mm \emptyset y se conecta a una manguera del mismo diámetro.

SOPORTES

La toma de recepción, de suministro y de carburación se encuentra dentro de la zona de protección del área del recipiente de almacenamiento, libre de riegos por posibles daños mecánicos, sus bocas terminales se encuentran sujetas a un marco metálico anclado firmemente al piso con lo que se garantiza su integridad.

El marco metálico anclado al piso diseñado para salvaguardar en la parte interna del mismo, sus accesorios de control y seguridad con que están equipadas cada toma, en la parte externa superior contara con un punto de ruptura de manera que en caso de que el sistema se vea sujeto a algún esfuerzo mecánico indebido y la tubería se seccione en su punto de ruptura las válvulas de exceso de flujo y de cierre manual permanezcan en su sitio y queden en condiciones de operar y de maniobrase. La toma de carburación contara con un separador mecánico.

Las tres Tomas se encuentran conectadas a un sistema general de tierra, con una pinza para aterrizar todo vehículo que se pretenda hacer trasiego de gas en él.

Todas las tuberías conductoras de Gas L.P., agua del SCI y eléctricas, se encuentran sujetas sobre soportes metálicos anclados al piso a una distancia no mayor de 3m y una altura mayor de 10 cm del piso.

4) JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DE LA PLANTA

La capacidad total de almacenamiento será de 125,000 litros en agua, en un solo recipiente especial para contener Gas L.P. tipo intemperie cilíndrico horizontal, con una presión de trabajo de 17.5 Kg/cm², de fabricación nacional construido especialmente para ello de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana vigente.

a) BOMBA

Cálculo de potencia de la Bomba.

En el transporte de los fluidos hay variación de temperatura, presión y altura en sus puntos extremos dentro del mismo ducto, aplicando el principio de la conservación de la masa, se llega a la conclusión de que la materia que pasa por ambos puntos es la misma y se representa por medio de la ecuación:

$$A_1 V_1 \rho_1 = A_2 V_2 \rho_2$$

Dónde:

A_1 y A_2 = Áreas del ducto en los puntos 1 y 2.

V_1 y V_2 = Velocidad del gas líquido en los puntos 1 y 2.

Para el cálculo del flujo de gas líquido en general, se aplica un balance energético entre ambos puntos, el cual se resuelve aplicando la 1ra. ley de la Termodinámica, en su forma conocida como la ecuación de Bernoulli:

$$\Delta X + \frac{\Delta U}{2g} + \frac{\Delta P^2}{\rho} + W - F = 0$$

Dónde:

ΔX = $X_1 - X_2$	Variación de altura entre puntos 1 y 2
ΔP = $P_1 - P_2$	Variación de presión entre los puntos 1 y 2.
ΔV = $U_1 - U_2$	Variación de velocidad entre puntos 1 y 2.
g =	Gravedad especifica 9.81 m / seg.
ρ =	Densidad del gas líquido (30 % propano + 70 % butano) $\rho = 530 \text{ kg/ cm}^2$.
F =	Perdidas por fricción.
W =	Trabajo mecánico dentro del sistema

Cuadro 8

Para el caso en cuestión se consideran:

$$U_1 = U_2$$

Dónde:

$$\Delta P = \Delta X + \frac{W}{\rho} + F = 0$$

Perdidas por fricción o resistencia al flujo de gas líquido dentro del sistema.

El valor de "F" se ha determinado experimentalmente y se le ha dado un valor a cada accesorio de acuerdo a su diámetro y se ha expresado en longitud equivalente de m. de tubería. Estos datos los proporciona el fabricante por medio de tablas de caída de presión en mts. equivalentes.

De acuerdo a la tabla No.4 del Manual de la Cia. Smith Company y de la Fig. 1-2 del Manual de Ing. químico "Brawn", la resistencia al flujo de gas en la tubería expresado en pies equivalentes:

Toma de auto-carburación

Considerando la capacidad promedio de 140 lts. de tanques de carburación instalados en los vehículos de la empresa con un flujo normal de admisión en sus válvulas de llenado de 10 GPM (37.85 LPM), su tiempo de llenado aproximado será de:

$$(140 \times 0.90 \%) / 37.85 \text{ LPM} = 3.32 \text{ min.}$$

Se propone una bomba marca "Corken" modelo 521 o similar, de 51 mm Ø de succión y descarga, equipada con un motor eléctrico de 5 HP, con una capacidad de bombeo de 189.5 LPM (50 GPM).

Línea de succión. (Fs).

Accesorio. (Línea de 51 mm de Ø)

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de exceso de flujo.	10	10.0
3	Válvula de globo recta	15.0	45.0
1	Filtro de paso.	38.0	38.0
2	Codo de 45° .	2.5	5.0
2	Codo de 90° .	5.0	10.0
1	Conector flexible. (0.40 x 3.28)	1.31	1.31
1	Tramo de tubería negra 51 mm Ø (2.20 x 3.28)	7.20	7.20

Total de longitud equivalente (Pies)

116.51

Para un gasto de 189.25 LPM (50 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 51.0 mm \varnothing la resistencia es:

(De tablas del fabricante 0.048).

Por tanto, F_s para tubería de 51 mm

$0.048 \times 116.51 = 5.59$ pies col. líquido.

$F_s = 5.59$ pies Columna de líquido.

Resistencia al flujo de la bomba (F_b).

Por datos proporcionados por el fabricante, se considera que hasta 378.5 LPM (100 GPM) de gas, la resistencia al flujo de la bomba es de 0.3048 m. (1 pie) col. de líquido, por lo cual para 189.25 LPM (50 GPM) ésta propuesta es considerada válida. Por lo que.

$F_b = 1.0$ pie col. de líquido.

Resistencia a la descarga de la bomba (F_d).

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIV. (Pies)	LONG. EQUIV. (Pies)
		51mm \varnothing	25mm \varnothing
1	Reducción de 51 x 25 mm \varnothing		1.5
2	Tee	8	
2	Codos 2 x 45°	5.0	
4	Válvulas esfera	10	
1	Tramo tubería (3.0 x 3.28)	9.84	
1	Pistola de llenado 19 mm \varnothing		6.5
1	Medidor másico de flujo de gas	20	
1	Tramo de manguera. (6.0 x 3.28m)		19.68
1	Acoplador de manguera de llenado		3.0
1	Válvula de llenado de tanque móvil		40
	Longitud equivalente.	52.84 pies	70.68 pies

Cuadro 9

Para un gasto de 189.25 LPM (50 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería:

De 51 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.048).

De 25 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.060).

Por tanto;

$$Fd_{51mm} = 52.84 \times 0.048 = 2.53 \text{ pies}$$

$$Fd_{25mm} = 70.68 \times 0.060 = 4.24 \text{ pies}$$

$$\text{Total Fd} = 6.77 \text{ pies}$$

Las pérdidas por fricción o resistencia al flujo total dentro del sistema son:

$$F_t = F_s + F_b + F_d$$

$$F_t = 6.77 + 1.0 + 6.44 = 14.21 \text{ pies col. de líquido.}$$

$$F_t = 14.21/3.28 \text{ pies col. de líquido.} = 4.33 \text{ m col. líquido.}$$

Carga de presión. (ΔP).

La presión diferencial en el sistema de bombeo de gas para el llenado de recipientes transportables, es considerada en 5.0 Kg/cm^2 , en base al valor observado en un ciclo normal de llenado.

por lo tanto:

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{5.0 \text{ kg/cm}^2 \times 10000 \text{ cm}^2/\text{m}^2}{530 \text{ Kg/m}^3} = 94.33 \text{ m. col. de líquido.}$$

Carga de altura. (ΔX).

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 1.30 - 0.7 = 0.60 \text{ m}$$

Carga de trabajo (W).

La carga de trabajo que tiene que soportar la bomba dentro del sistema es de:

$$W = \frac{\Delta P}{\rho} + \Delta X + F$$

Sustituyendo valores: $W = 94.33 + 0.60 + 4.33 = 99.26$ m col. de líquido.

Potencia del motor de la bomba.

$$P = \frac{W \cdot Q \cdot \&}{76 \cdot E} = \text{C. F.}$$

Dónde:

P = Potencia del motor de la bomba

W = Trabajo mecánico dentro del sistema (99.26 m. col. líquido)

Q = Caudal o gasto de gas líquido (0.00315 m³ / seg)

& = Peso específico del gas (530 Kg / m³)

E = Eficiencia de la bomba (75 %)

Sustituyendo valores:

$$P = \frac{99.26 \cdot 0.00315 \cdot 530}{76 \cdot 0.75} = 2.90 \text{ C.F.}$$

C.F. calculado. 2.90 < C.F. real 5.0

La potencia del motor propuesto para la bomba es de mayor capacidad que el calculado, con lo cual se satisface ampliamente la demanda.

Tomas de Suministro

Para la carga de auto-tanques se cuenta con una sola llenadera alimentada por una bomba con motor eléctrico de 10 HP con tuberías de entrada-salida de 76 mm \emptyset y una capacidad de bombeo de 454 L.PM (120 GPM).

Línea de succión. (Fs).

ACCESORIOS. (Línea de 76 mm de \emptyset)

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de exceso de flujo.	90	90
2	Válvula de globo recta	80	160
1	Filtro de paso.	42	42
1	Codo de 90 °.	8	8
2	Conector flexible. (0.40 x 3.28)	1.31	2.62
1	Tramo de tubería negra 76 mm Ø (5.x 3.28)	16.4	7.20
Cuadro 10 Total de longitud equivalente (Pies)			301.82

Para un gasto de 454 LPM (120 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 76.0 la resistencia es:
(De tablas del fabricante 0.036).

$$F_s = 0.036 \times 301.82 = 10.86 \text{ pies col. líquido.}$$

Resistencia al flujo de la bomba. - (Fb)

Para 454 LPM (120 GPM) de gas, la resistencia al flujo de la bomba es de 0.3057 m. (1.2 pie) col. de líquido.

$$F_b = 1.20 \text{ ft Col. Líquido}$$

Línea de descarga. (Fd).

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIV. (Pies)	LONG. EQUIV. (Pies)
		76mmØ	51 mm Ø
1	Reducción de 76 x 51 mm Ø		5
3	Tee	15	
2	Codos de 45°	8	5.0
2	Codos de 90°		10
3	Válvulas esfera		30
1	Tramo tubería (x 3.28)	4.92	3.28
1	Valv. exceso de flujo 51 mm Ø		10
1	Medidor másico de flujo de gas		20
1	Tramo de manguera. (6.0 x 3.28m)		19.68
1	Acoplador de manguera de llenado		3.0
	Longitud equivalente.	27.92 pies	95.96 pies

Cuadro 11

De 51 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.048).

De 76 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.036)

$$F_e = 27.92 \times 0.048 = 1.34 \text{ pies col. líquido.}$$

$$F_d = 95.96 \times 0.036 = 3.45 \text{ pies col. líquido.}$$

$$F_{d \text{ total}} = (1.34 + 3.45) = 4.79$$

Las pérdidas por fricción o resistencia al flujo total dentro del sistema son:

$$F_t = F_s + F_b + F_d$$

$$F_t = 10.86 + 1.20 + 4.79 = 16.85 \text{ pies col. de líquido.}$$

$$F_t = 16.85 / 3.28 = 5.14 \text{ m col. Líquido}$$

Carga de presión. (ΔP).

La presión diferencial en el sistema de bombeo de gas para el llenado de autotanques, es considerada en 3.0 kg/cm^2 . en base al valor observado en un ciclo normal de llenado.

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{3.0 \text{ kg. / cm}^2 \cdot 10000 \text{ cm}^2/ \text{m}^2}{530 \text{ kg. / m}^3} = 56.6 \text{ m. col. de líquido}$$

Carga de altura. (X)

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 1.8 - 1.1 = 0.7 \text{ m col liquido}$$

Carga de trabajo (W)

La carga de trabajo que tiene que soportar la bomba dentro del sistema es de:

$$W = \frac{\Delta P}{\rho} + \Delta X + F$$

Sustituyendo valores:

$$W = 56.6 + 0.7 + 5.14$$

$$W = 62.44 \text{ m col. de líquido}$$

Potencia del motor de la bomba

$$P = \frac{W \cdot Q}{76 \cdot E} = \text{C.F.}$$

Dónde:

- P = Potencia del motor del motor de la bomba
- W = Trabajo mecánico dentro del sistema (62.44 m. col. líquido)
- Q = Caudal o gasto de gas líquido (0.0031 m³/ seg.)
- & = Peso específico del gas (530 kg/ m³)
- E = Eficiencia de la bomba (80 %)
- 76 = Factor de conversión

Sustituyendo valores:

$$P = \frac{62.44 \times 0.0031 \times 530}{76 \times 0.80} = 1.68 \text{ F.}$$

La potencia del motor con que se instalarán las bombas es de mayor capacidad que el calculado, con lo cual se satisface la demanda:

$$1.68 \text{ C.F.} < 10 \text{ C.F.}$$

Llenado de cilindros transportables

Línea de succión. (Fs)

ACCESORIOS. (Línea de 76 mm de Ø)

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de exceso de flujo.	90	90
2	Válvula de bola recta	80	160
1	Filtro de paso.	42	42
2	Codo de 90 °.	8	16
2	Conector flexible. (0.40 x 3.28)	1.31	2.62
1	Tramo de tubería negra 76 mm Ø (5.x 3.28)	16.4	7.20

Cuadro 12

Total de longitud equivalente (Pies)

317.82

Para un gasto de 454 LPM (120 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 76.0 la resistencia es:
(De tablas del fabricante 0.036).

$$F_s = 0.036 \times 317.82 = 11.44 \text{ pies col. líquido}$$

Resistencia al flujo de la bomba. - (Fb)

Para 454 LPM (120 GPM) de gas, la resistencia al flujo de la bomba es de 0.3057 m. (1.2 pie)
col. de líquido.

$$F_b = 1.20 \text{ ft Col. Líquido}$$

Línea de descarga. (Fd)

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de globo recta	80	80
1	Tee.	8	8
3	Codo de 3 x 90 °.	8	24
2	Codo 3 x 45 °.	4	8
1	Tramo de tubería negra 76 mm Ø (5.70x 3.28)	18.70	18.70

Cuadro 13

Total de longitud equivalente (Pies)

138.70

Para un gasto de 454 LPM (120 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 76.0 la resistencia es:
(De tablas del fabricante 0.036).

$F_d = 138.7 \times 0.036 = 4.99$ pies col. líquido.

Resistencia de llenado en el mutiple.- (Fm)

Considerando un flujo de llenado para cada recipiente transportable y teniendo en cuenta un flujo de admisión de la válvula del recipiente de 30 LPM. (7.93 GPM).

CANT.	DESCRIPCIÓN	CAÍDA DE PRESIÓN
1	Válvula de globo de 13 mm de diámetro	1.0 PSI.
1	Válvula de cierre rápido de 13 mm de diám	1.0 PSI.
1	Punta pool de 13 x 6.4 mm de diámetro	1.2 PSI.
1 m	Manguera de 13 mm de diámetro	0.6 PSI.
1	Válvula de llenado para punta de manguera	3.0 PSI.
1	Red. 76 x 13 mm	0.2 PSI.
	Longitud equivalente	7.0 PSI.

Cuadro 14

Dónde. $1.0 \text{ PSI} = 4$ pies col. líquido.

Por tanto: $FM = 4 \times 7 \times 6 = 168$ pies col. líquido.

Las pérdidas por fricción o resistencia al flujo total dentro del sistema son:

$$F_t = F_s + F_b + F_d + FM$$

$$F_t = 11.44 + 1.20 + 4.99 + 168 = 185.63 \text{ pies col. de líquido.}$$

$$F_t = 185.63 / 3.28 = 56.60 \text{ m col. Líquido}$$

Carga de presión. (ΔP)

La presión diferencial en el sistema de bombeo de gas para el llenado de recipientes transportables, es considerada en 5.0 kg/cm². en base al valor observado en un ciclo normal de llenado.

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{5.0 \text{ kg. / cm}^2. \times 10000 \text{ cm}^2/\text{m}^2}{530 \text{ kg. / m}^3} = 94.34 \text{ m. col. de líquido}$$

Carga de altura. (X)

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 1.8 - 1.6 = 0.2 \text{ m col liquido}$$

Carga de trabajo (W)

La carga de trabajo que tiene que soportar la bomba dentro del sistema es de:

$$W = \frac{\Delta P}{\rho} + \Delta X + F$$

Sustituyendo valores:

$$W = 94.34 + 0.2 + 56.60$$

$$W = 151.14 \text{ m col. de líquido}$$

Potencia del motor de la bomba

$$P = \frac{W \cdot Q \cdot \rho}{76 \cdot x \cdot E} = \text{C.F.}$$

Dónde:

P = Potencia del motor del motor de la bomba

W = Trabajo mecánico dentro del sistema (151.1. col. líquido)

Q = Caudal o gasto de gas líquido (0.0031 m³/seg)

& = Peso específico del gas (530 kg/m³)

E = Eficiencia de la bomba (80 %)

76 = Factor de conversión

Sustituyendo valores:

$$P = \frac{151.14 \times 0.0031 \times 530}{76 \times 0.80} = 4.08 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que se instalarán las bombas es de mayor capacidad que el calculado, con lo cual se satisface la demanda:

$$4.08 \text{ C.F.} < 7.5 \text{ C.F.}$$

b) *COMPRESOR*

Se propone un compresor marca Corken modelo 491 o su equivalente en Blackmer LB-361, para un flujo de Gas L.P. por tubería de 76 mm Ø (3") en estado líquido.

Se recomienda que éste tenga un rango de velocidad de 77 a 300 cm/seg., (dato Tomado del "Handbook Butane – Propane Gases") para reducir al mínimo las pérdidas por fricción en tuberías. Por lo tanto, para una transferencia de gas líquido de 814 L.P.M. seleccionada tenemos:

$$Q = V \times A$$

$$V = Q / A$$

Dónde:

$$V = \text{Velocidad media en cm/seg.} \quad \text{A calcular}$$

$$Q = \text{Caudal en cm}^3 / \text{seg.} \quad = 13,566 \text{ cm}^3/\text{seg}$$

$$A = \text{Área transversal de la tubería} \quad = 45.362 \text{ cm}^2$$

$$V = 13566 / 45.362 = 299.07 \text{ cm/seg}$$

Por lo que estamos dentro de los límites recomendados.

$$Q = 299.07 \times 45.362 = 13566 \text{ cm/seg.} \times 60/1000 = 813 \text{ L.P.M.}$$

Para transferir un flujo de 813 L.P.M. (214.79 G.P.M.) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento (9) de gas-vapor del compresor de:

$$Q = 214.79 \text{ G.P.M.} / 5.39 = 39.84 \text{ pie}^3 / \text{min.} \quad (67.71 \text{ m}^3/\text{hr})$$

[5.39 = Factor de conversión dado por el fabricante]

Condiciones de operación iniciales (1) y finales (2);

(Según mediciones promedio observadas por el tipo de mezcla de Gas L.P. suministrado por Pemex)

$$P_1 = 7 \text{ Kg/cm}^2 = 100 \text{ PSI} + 14.7 = 114.7 \text{ PSIA}$$

$$T_1 = 17.5^\circ \text{ C} = 63.5 \text{ F}^\circ$$

$$P_2 = 11 \text{ Kg/cm}^2 = 156 \text{ PSI} + 14.7 = 170.7 \text{ PSIA}$$

$$T_2 = 33.3^\circ \text{ C} = 92^\circ \text{ F}$$

Relación de compresión (r):

$$r = P_2/P_1 = 170.7/114.7 = 1.49$$

Exponente de compresión (k):

$$K = C_p / C_v = 1.15 \text{ para el propano:}$$

Eficiencia volumétrica (VE):

VE = 90% (dato tomado de graficas del fabricante).

Desplazamiento mínimo del pistón (PD):

Para transferir el flujo de 813 L.P.M. (214.79 G.P.M.) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento de gas-vapor de:

$$PD = (\text{G. P. M.}) / 5.39 \times r \times VE$$

$$PD = (214.79/5.39) \times 1.49 \times 0.90 = 31.45 \text{ C.F.M.} = 53.44 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Velocidad máxima de operación (R.P.M.)

De acuerdo a las tablas del fabricante se tiene que la velocidad máxima es de 825 RPM

Specification	Models 491
Bore of cylinder	4.0 in (101.6 mm)
Stroke	3.0 in (76.2mm)
Piston displacement	
Minimum @ 400 RPM	17.2 CFM (29.2 m ³ /hr)
Maximum @ 825 RPM	35.5 CFM (60.3 m ³ /hr)

POTENCIA REQUERIDA (H. P.):

$$H.P = (BHP / 10 CFM) \times PD \times 0.3$$

$$H.P = 15 / 10 CFM \times 31.45 \times 1.10$$

$$H.P = 14.15 \text{ C. F.}$$

(De gráficas Brake Horsepower (BHP) del fabricante se obtiene un valor de

$$BHP = 15 \text{ con, } k = 1.15, \quad r = 1.49 \quad \text{y} \quad P_1 = 170.7 \text{ PSIA.}$$

La potencia del motor con que contará el compresor será de 15 C. F., operando a 825 R.P.M. obteniendo un desplazamiento de 102.3 m³/hr (60.2 CFM) y capacidad de 813 L.P.M. (214.79 G.P.M).

TUBERIAS Y CONEXIONES

a) Tuberías y conexiones

Todas las tuberías para conducir Gas L.P. serán de acero al carbón cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21Kgf/cm², y donde existen accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de 140 Kgf/cm² y con tubería de acero al carbón sin costura cédula 80. En la unión de la tubería y accesorios roscados se utilizan sellador y cinta teflón resistente a la acción el Gas L.P.

Filtros

Se cuenta con un filtro con una presión mínima de trabajo de 17.33 Kgf/cm² en la tubería de la succión de la bomba.

Manómetros

No cuenta

Indicadores de flujo

En la Toma de Recepción, se cuenta con un indicador de flujo tipo “Ojo de Buey” en la tubería de 76 mm Ø de gas-liquido integrado con un no retroceso en el proceso de descarga de gas de los transportes al recipiente de la planta.

Válvulas de retorno automático

Se cuenta instalada una válvula de retorno automático en la tubería de descarga de la bomba, para protegerla de una presión excesiva, retornando el gas al recipiente de almacenamiento.

Válvulas de relevo hidrostático

Se tienen instaladas válvulas de relevo hidrostático en los tramos de tubería y manguera en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de cierre con una presión de apertura de 26.6 Kg/cm².

Las válvulas de relevo hidrostático se instalaron, de tal forma que la descarga de estas no incida sobre los recipientes. U otros componentes de las instalaciones.

Válvulas de no retroceso y exceso de flujo

Se tienen instaladas válvulas de exceso de flujo en cada una de las salidas inferiores del recipiente de almacenamiento precedidas por una válvula de cierre de accionamiento manual.

Válvulas de corte o seccionamiento

Las válvulas instaladas en el sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P. son de AC, para una presión de trabajo de 24.47 Kg/cm² (400 WOG).

Conectores flexibles

Se cuenta con conector flexible en la tubería de succión de la bomba, entrada y salida del compresor, además a las salidas inferiores del recipiente de almacenamiento de gas, para eliminar la vibración ocasionada por la operación.

Mangueras.

Las mangueras utilizadas son especialmente construidas para uso de Gas L.P. para una presión de trabajo de cuando menos 24.60 kgf/cm².

Las pruebas de hermeticidad se efectuarán por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10.0 Kg/cm².

Los diámetros de las tuberías instaladas serán:

TRAYECTORIA	TUBERIAS		
	LIQUIDO	RETORNO	VAPOR
Del recipiente a Toma de Recepción	76 mm Ø	-----	51 mm Ø
Del recipiente a Toma de Suministro.	76 mm Ø 51 mm Ø	51 mm Ø	51 mm Ø
Del recipiente a Toma de Carburación	51 mm Ø	51 mm Ø	-----
Del recipiente a Muelle de llenado	76 mm Ø	51 mm Ø	-----

Cuadro 15

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de altura de 28.13 Kg/cm² y capacidad de descarga de 22 m³/min, y serán de 13 mm (1/2") de Ø.

Se protegerán contra la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxido catalizador.

Todas las tuberías conductoras de gas L.P. en estado líquido y estado de vapor, en las tomas de Recepción, Suministro y Carburación de autoconsumo, serán aéreas, visibles, soportadas sobre ángulos metálicos espaciados a no más de 3 m entre sí y se encontrarán dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.

b) Mangueras

Todas las mangueras utilizadas para el manejo y trasiego del Gas LP en estado líquido y de vapor, son especiales para este uso, construidas de hule de neopreno y refuerzos de doble malla textil, diseñadas para resistir una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura e 140 Kg/cm².

Las mangueras de las tomas de Recepción, de Suministro y de Carburación cuando se encuentre fuera de uso se colocarán sobre soportes metálicos colgadas, evitando que queden sobre piso, evitando reciban maltratos, dobleces bruscos y con su punta terminal del acoplador taponada.

SISTEMA ELÉCTRICO

INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO 3F, 4H,220/127 VOLTS

Esta Memoria Técnica descriptiva consiste en supervisar que las instalaciones eléctricas cumplan con los lineamientos Normativos vigentes de la NOM-001-SEDE-2012 en las diferentes áreas de Instalación eléctrica de fuerza y alumbrado, de la planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P. Propiedad de MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V., que se ubicará en la CARRETERA TEPATITLAN – YAHUALICA KM. #15 NOROESTE, LAS AZULES, C.P. 47620 TEPATITLAN DE MORELOS JALISCO.

1. - CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3 F, 4 H, 220/127V

2. - CARGAS INSTALADAS

CANT.	DESCRIPCIÓN	C. TOTAL W
1	Bomba de Contra Incendio, 30 C.F., 220 V	22,350

1	Lampara de 50 W 220 V	50
2	Alarma con botón de paro 100 W 127V	200
TABLERO "CCM"		
8	Lámparas A.P.E. de 50 W 127 V	400
1	Compresor para Gas L.P. de 15 C.F., 220 V.	11,175
1	Bomba para Gas L.P. de 5 C.F., 220 V.	3,725
1	Bomba para Gas L.P. de 7.5 C.F., 220 V.	5,588
1	Bomba para Gas L.P. de 10 C.F., 220 V.	7,450
7	Válvulas solenoides de 10 W 127V	70
9	Tubo led de 15 W 127 V.	135
14	Contactos dobles de 60 W 127 V.	840
3	Focos led de 15 W 127 V.	45
2	Medidores de gas 50W 127V	100
1	Bomba para el agua ½ C.F. 127V	373

	TOTAL	52,501 W
--	-------	----------

Factor de potencia. = 0.90

KVA máximos = 52.50 KW/ 0.90 = 58.33 KVA

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR ALIMENTADOR

Tomando como base la demanda máxima anterior se seleccionó un transformador trifásico de 75 KVA, con conexión Delta- Estrella, para operar a 23,000 / 220-127 V, tipo pedestal auto encerrado en aceite, construido de acuerdo a la Norma.

SUB-ESTACIÓN

La subestación se localiza por la parte interna del predio localizada por el lindero ESTE del proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Se recibe la acometida en una estructura tipo RD3 ϕ , por medio de aisladores sintéticos para 15/23 KV, apartarrayos de óxido de zinc para 15/23 KV y cortacircuitos fusibles para 15/23 KV de 5A. Todo lo anterior de acuerdo a las Normas de la C.F.E. y a la NOM-001-SEDE-2012, relativas a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

Así mismo la medición de energía eléctrica se hará conforme a la Norma CFE en baja tensión, por medio de un gabinete de lámina de 1.0X0.60X0.4 m conteniendo una base de 13-20.

El sistema de medición quedará alojado en un nicho de 1.0 X 0.60 X 0.4m.

CALCULO DE CONDUCTORES Y DE PROTECCIONES

a.- Interruptor general.

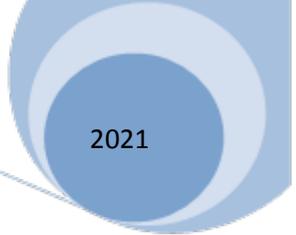
La corriente en el secundario del transformador es de:

75 KVA

$$I_s = \frac{75 \text{ KVA}}{1.73 \times 0.220 \text{ V}} = 197.06 \text{ A}$$

1.73 x 0.220 V

Por tal motivo se seleccionó un interruptor general de 3 polos 250 A, como protección de la línea de alimentación a la caja de barras de la cual se deriva un interruptor termo magnético principal 3P-250', y tablero CCM con interruptor general integrado. Para protección contra sobrecarga y corto circuito.



b.- La línea de alimentación al tablero de control.

La línea de alimentación desde el secundario del transformador, hasta el gabinete de medición, tiene una longitud de 3.0 m, por lo que el calibre necesario para conducir 197.06 A, con una caída de tensión no mayor del 3 %, es de 2X1/0 AWG (53.49) mm² según el siguiente cálculo.

De acuerdo a la fórmula:

$$\% e = \frac{2 \times I \times L}{V \times F c}$$

Donde:

% e	CAÍDA DE TENSIÓN EN V	
L	Longitud de la línea en m	3 m
I	Corriente total de la carga, en A	197.06 A
V	Voltaje de la línea, en V.	220 V
Sc	Sección del conductor en mm ² .	53.49

Cuadro 16

Sustituyendo valores.

$$\% e = \frac{2 \times 1.73 \times 197.06 \times 3}{220 \times 53.49} = 0.174$$

C.- Líneas de circuitos derivados desde el tablero de control a los equipos de consumo.

El tablero de control es un arreglo que estará formado por una caja de distribución que contiene barras de cobre con una capacidad de 225 A y un tablero de alumbrado Cat. NQOD30-4AB11 con interruptor principal de 3 X 150 A para el tablero CCM.

Una combinación de interruptor – arrancador para motor de 30 H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 15 H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 10 H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 7.5. H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 5. H.P.

Por lo tanto, efectuando el mismo procedimiento de cálculo para las líneas de los circuitos derivados trifásicos

desde el centro de distribución hasta los motores, se obtienen los siguientes calibres, con una caída de tensión no mayor al 3 %.

SERVICIO	CARGA	I(A)	LONG.(M)	TIPO	CAL THW-LS	%e
Bomba SCI	30 C.F	80	4	3F-220 V	2	0.12
Bomba No. 1.	10 C.F.	28	38	3F-220 V	8	1.56
Bomba No. 2	7.5 C.F.	22	42	3F-220 V	10	2.05
Bomba No. 3	5 C.F.	15.2	49	3F-220 V	10	1.60
Compresor	15 C.F.	42	56	3F-220 V	6	2.16

Los conductores utilizados en baja tensión son conforme a la NMX-J-010-1996-ANCE, con aislamiento THW-LS para 75° C, su capacidad de conducción de corriente se verifica en la tabla 310-16 de la NOM-001- SEDE-2012.

Mientras que la corriente a plena carga a los motores trifásicos se verificó por medio de la tabla 430-250.

Protecciones de circuitos derivados

Los circuitos derivados se protegerán contra corto circuito o falla a tierra, por medio de interruptores termomagnéticos de las siguientes capacidades.

DESCRIPCION	MOTOR	CORRIENTE	INTERRUPTOR
Bomba de contra incendio	30 C.F	80	
Bomba para Gas LP. No. 1	10 C.F.	28	3P-40 A
Bomba para Gas L.P. No.2	7.5 C.F.	22	3P-30 A
Bomba para Gas L.P. No.3	5 C.F.	15.2	3P-20 A
Compresor para Gas L.P.	15 C.F	42	3P-60 A

Protección contra sobrecarga en los motores

Cada motor será protegido contra sobre carga por medio de elementos térmicos en cada fase, y como se trata de motores con régimen de carga no continuo, la capacidad del elemento térmico será de un valor tal, que no exceda del 225 % del valor de la corriente a plena carga.

CALCULO DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO CON RELACIÓN A LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICO (MCA.SQD) CON TRANSFORMADOR DE 75 KVA, EN BAJA TENSIÓN.

Para él cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{I_s}{\% Z} \quad \text{y} \quad I_s = \frac{\text{KVA}}{1.732 \times \text{KV}}$$

Donde:

- I_{cc} = Corriente de corto circuito en A simétricos.
- I_s = Corriente del secundario del transformador.
- $\% z$ = Impedancia del transformador 3 %.

Sustituyendo valores:

$$I_s = \frac{75}{1.73 \times 0.220} = 196.06 \text{ A}$$

De donde; $I_{cc} = 533.33 \text{ A}$ simétricos.

Los interruptores termo magnéticos instalados tienen una capacidad interruptora de 42000 y 10000 A simétricos, de acuerdo a la información proporcionada por el fabricante.

SISTEMA DE CONEXIÓN A TIERRA

El sistema de tierras tiene por objetivo:

- a.- Proteger contra descargas eléctricas a las personas que se encuentran en contacto con estructuras metálicas, de la planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla del aislamiento.
- b.- Proporcionar caminos francos de retorno de falla para la operación, confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

El sistema de tierra consta de un anillo de cable de cobre desnudo calibre 1/0, instalado dentro de la zona de protección de almacenamiento del tanque, con una conexión a tierra, mediante electrodos de varilla de C. W. de 5/8" x 3.05 m. de largo, ahogados en un material especial (Gem) para reducir la resistencia del suelo, hasta el valor deseado, que en este caso se requiere sea de un Ohm.

El sistema general de tierras, está unido entre sí por medio de conectores soldados, con lo cual se evitan las fallas en su conductividad, aunque estén sometidos a la humedad del suelo, y conectan al tanque de almacenamiento, líneas conductoras de Gas L.P., motores de bombas y compresor de Gas L.P., básculas, tomas de recepción, suministro y de los vehículos que hagan uso de ellas.

De acuerdo a la tabla de las recomendaciones prácticas de la IEEE (Grounding of Industrial and Comercial Power Systems)

La resistencia a tierra para una varilla será:

$$R_g = (P/2 \times 3.1416 \times 1) \times \ln(4L/A) - 1$$

$$R_g = 50 \times 2 \times 3.1416 \times 3 (\ln(4 \times 3 / 0.019) - 1)$$

La Resistencia a la tierra para cuatro varillas sera:

$$R_g = 14.4/\text{No. de varillas} = 3.6 \text{ Homs} \quad R_g = 3.6 \times F = 4.89 \text{ Ohms.}$$

Donde:

P = Resistividad dentro del terreno en Ohms-m

R = Resistencia en Ohms

A = Radio de la varilla en metros

R_g = Resistencia a tierra en Ohms

L = Longitud de la varilla en metros

Ln = Logaritmo natural

F = Factor de multiplicación para múltiples varillas.

3.3 Transporte por medios distintos a ductos

La Planta de Gas propuesta en este proyecto, una vez construida y que entre en operación, su abastecimiento de gas L.P. será a través de auto-tanques provenientes de la Terminal de Distribución de Gas Licuado en Zapotlanejo, Jalisco, ubicada a una distancia de 45 km en línea recta al suroeste, una vez almacenado en el tanque de la planta se trasegará a auto-pipas y cilindros de la empresa para su distribución y venta en la región Altos Sur del estado de Jalisco.

3.4. Descripción del proceso

El proceso de almacenamiento y trasiego de gas L.P., requiere de un proceso de operación que se efectúa de acuerdo a lo establecido por la NOM-001-SESH-2014, la cual sustituye a la NOM-001-SEDEG-1996 "Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. Diseño y construcción".

La planta de distribución tendrá como función principal almacenar y hacer operaciones de trasiego de gas L.P., para distribuirlo en recipientes portátiles (cilindros) y en auto-pipas con capacidad de 5,000 lt a los clientes de la región, así como llenar los tanques de los vehículos de la empresa a través de la toma de auto-carburación. La planta de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V. sigue solamente una línea en el proceso general de almacenamiento y trasiego de gas L.P., y se muestra en el siguiente diagrama.

DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V. EN LAS AZULES, TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO

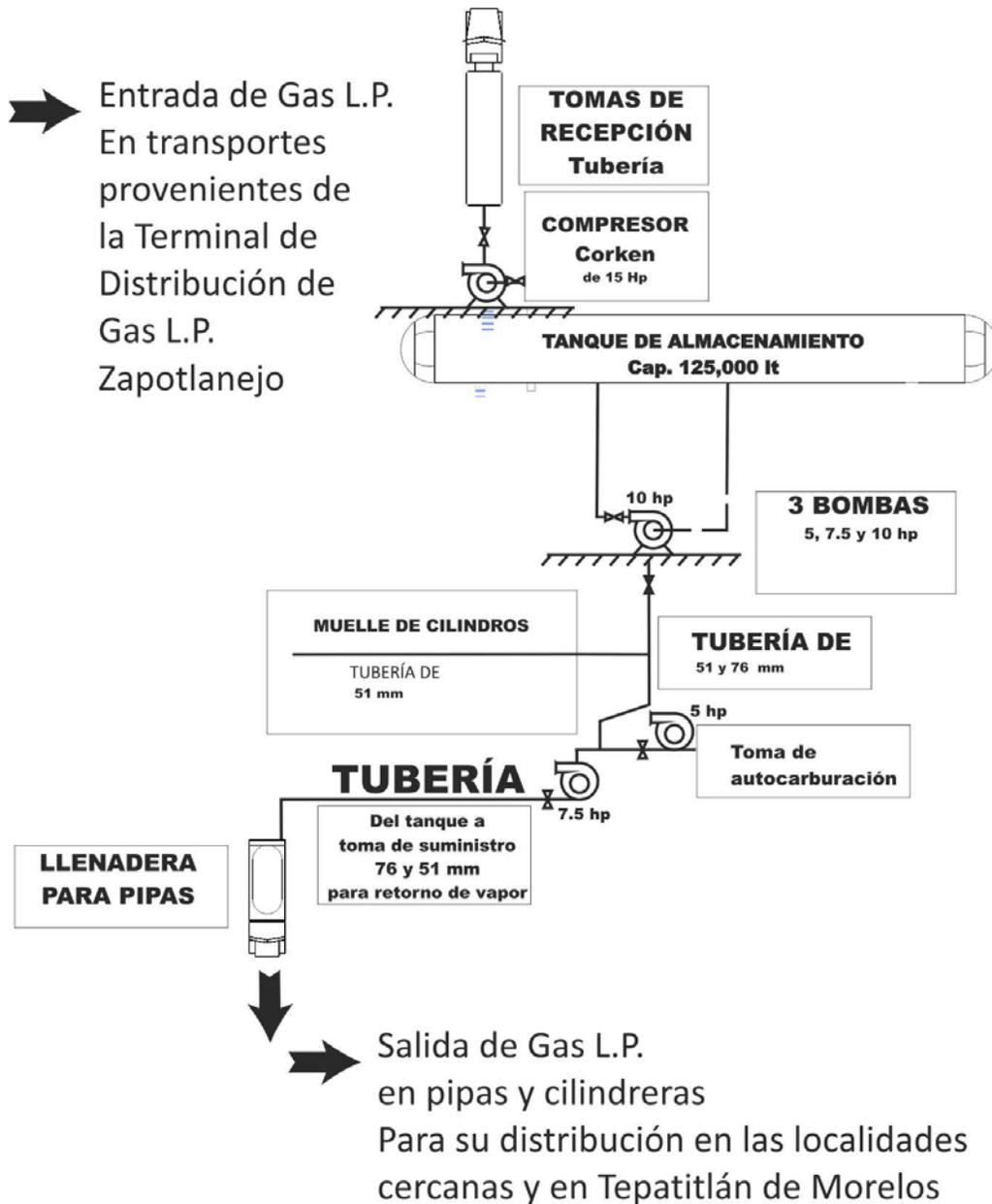


Figura 3

Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso

El proceso de almacenamiento y trasiego de gas L.P. sólo utiliza como producto el Gas Licuado de Petróleo, el cual se almacenará en un tanque con capacidad de 125,000 lt/agua al 100%. El volumen aproximado diario que se manejará es del 60% al 75% de su capacidad, esto es del 75,000 a 93,750 lt/agua.

Proceso del recepción, almacenamiento y manejo del gas L.P. en la planta

La operación de llenado del auto-tanque desde el tanque de almacenamiento se efectuará en la toma de recepción, a través de una bomba para el manejo de Gas L.P. La bomba succiona el Gas líquido del tanque de almacenamiento y lo descarga por la tubería de las tomas hacia el tanque de auto-tanque también llamado semirremolque.

a) Arribo del transporte al establecimiento

Una vez que el transporte está en el sitio y posición, el chofer apagará el motor, cortará corriente, verificará la conexión a tierra, colocará el freno de mano y, si es necesario, el ayudante acuñará las ruedas del vehículo.

Una vez realizado esto, el encargado colocará un biombo sobre el parabrisas con el texto "PELIGRO DESCARGANDO GAS L.P.". Asimismo, deberá de contar con dos extintores de 20 libras de polvo químico seco clase A, B y C, cercanos al área con el objeto de accionarlos de inmediato en caso necesario.

Tanto la tripulación del transporte como del encargado deberán usar ropa de algodón y zapatos de hule y sin clavos, para evitar chispas.

a) Llenado del tanque de almacenamiento

Para tal efecto de llenado se asignará una persona capacitada para llevar a cabo la operación de recepción, la cual debe cumplir todos y cada uno de los pasos descritos en el siguiente procedimiento y que se encontrará instalado en la toma de recepción.

- a) Estacionar en el área de descarga. (Toma de recepción).
- b) Apagar el motor, colocar el freno de mano, colocar las trancas en las ruedas y conectar el auto-tanque a tierra.

- c) Quitar las llaves de encendido del motor.
- d) Verificar la capacidad del tanque de almacenamiento que recibe el gas L.P. del auto-tanque, abriendo las válvulas de purga de máximo llenado y del indicador del nivel (Rotogage o magnatel).
- e) Verificar las presiones de vapor en el tanque de almacenamiento que recibe y en el tanque del semirremolque que se va a descargar, por medio de los manómetros instalados para tal fin, colocar la manija del rotogage del tanque de almacenamiento al 90% abriendo la válvula de purga.
- f) Conectar la manguera de la toma de recepción de líquido del tanque de almacenamiento con la válvula de descarga del semirremolque, apretando convenientemente con la llave adecuada.
- g) Verificar que en esta conexión y la correspondiente en la toma de recepción de la planta no existan fugas, proceda a abrir las válvulas del semirremolque, extremo de la manguera, toma de recepción y tanque de almacenamiento que el gas L.P. líquido.
- h) Observar que se establezca flujo hacia el tanque de almacenamiento, por medio de la mirilla o indicador de flujo existente, si existe la presión diferencial adecuada.
- i) Conectar la manguera de vapor de la toma de recepción de la planta, con la válvula de vapor del semirremolque apretando adecuadamente la conexión.
- j) Verificar que no existan fugas en las conexiones y proceda a abrir las válvulas del transporte, extremo de la manguera, toma de recepción y tanque receptor. La válvula de cuatro vías debe estar en la posición correcta para la operación que se va a llevar a cabo.
- k) Proceder a poner en operación el compresor.
- l) Observar que se establezca el flujo adecuado por medio de la mirilla o indicador de flujo y verificar las presiones en la admisión y descarga del compresor, para constatar el trabajo eficiente del equipo.
- m) Vigilar permanentemente la maniobra verificando los porcentajes del nivel en el tanque de almacenamiento y semirremolque, suspender la maniobra cuando el rotogage del transporte este en cero y en el tanque se tenga como máximo el 90 % de llenado.
- n) Proceder a poner fuera de operación el compresor.
- o) Cambiar la posición de la válvula de cuatro vías para proceder a la recuperación de vapores poniendo en operación el compresor, hasta que la presión en el semirremolque sea de 3 Kg/cm².
- p) Proceder a poner fuera de operación el compresor.
- q) Cerrar todas las válvulas que se abrieron en la tubería de líquido.
- r) Cerrar todas las válvulas que se abrieron en la tubería de vapor.
- s) Purgar las válvulas de bloqueo del semirremolque, tanto de líquido como de vapor.

- t) Quitar la conexión a tierra y retirar las trancas de madera de las ruedas del auto-tanque.
- u) Ordenar la salida de este del área de recepción de la planta.
- v) Por ninguna razón debe permanecer algún semiremolque en área de recepción después de que se haya descargado.
- w) Cada uno de los puntos antes referidos, deben ser vigilados por la persona responsable del área de recepción.
- x) El personal que ejecute la maniobra para la descarga de semirremolques, debe utilizar invariablemente ropa de algodón al 100 %, gafas protectoras y guantes de cuero.

b) Procedimientos para el llenado de auto-pipas

- a) Estacionar el auto-pipa en el área de suministro.
- b) Apagar el motor del vehículo y quitar las llaves de encendido.
- c) Colocar calzas de madera o aluminio en las cuatro ruedas.
- d) Verificar que no haya personal a bordo del vehículo.
- e) Colocar el freno de mano.
- f) Conectar a tierra el vehículo.
- g) Conectar las mangueras de líquido y vapor al tanque de la pipa que se va a llenar.
- h) Verificar el nivel existente de líquido en la pipa, a través de los dispositivos correspondientes.
- i) Abrir las válvulas de la línea de gas L.P. líquido, tanto de la pipa como de la toma correspondiente.
- j) Poner en operación la bomba de gas L.P. líquido que descarga a las tomas.
- k) Al llegar al volumen deseado en el tanque de la pipa que se está llenando, suspender la operación de la bomba. (85 a 90% nivel).
- l) Cerrar las válvulas de la línea de gas líquido, tanto de la pipa como de la toma respectiva.
- m) Cerrar las válvulas de la línea de vapor, tanto de la pipa como de la toma respectiva.
- n) Desconectar las mangueras de gas L.P. líquido y vapor del tanque de la pipa que se terminó de llenar.
- o) Desconectar la conexión a tierra del vehículo.
- p) Quitar las calzas de las cuatro ruedas del vehículo.
- q) El personal que ejecuta estas maniobras debe utilizar en forma obligatoria ropa de algodón.
- r) Toda la operación de llenado de la pipa debe ser vigilada por el responsable del área.
- s) Una vez terminado el vaciado y comprobado que todo está perfectamente cerrado, el chofer pondrá su vehículo en movimiento para salir de la Planta de gas.

c) Proceso de la operación de trasiego para autocarburación

1. Para iniciar el trasiego del gas L.P., a un vehículo, debemos asegurarnos que todas las válvulas del sistema estén abiertas, excepto la localización en la punta de la manguera.
2. Apagar el motor del vehículo y ninguna persona a bordo de la unidad al momento de la carga.
3. Colocar cuñas a las ruedas del vehículo.
4. Colocar pinzas de tierra a la unidad.
5. Proceder a cargar el recipiente del vehículo con un máximo del 90%.
6. Iniciar la carga con el control manual de la bomba (estación de botones), arrancar para apagar al 90% como máximo. (Este inciso se usará cuando el llenado se hace por medio de una bomba de trasiego).
7. Cerrar la válvula de trasiego y desconectar acoplador ACME.
8. Enrollar y guardar la manguera de trasiego en su lugar de origen.
9. Desconectar conexión de tierra de la unidad y quitar cuñas.
10. Checar que no haya fugas al momento de retirar la manguera del recipiente de la unidad, si acaso existiera fuga en válvula de llenado de recipiente, tener a la mano una estacada de madera para poder destrabar el sello de la misma y se acomode perfectamente al asiento.
11. Retirar el vehículo del lugar de trasiego.
12. Cuando se termine el operativo del día, cerrar todas las válvulas del sistema.

d) Llenado de recipientes portátiles

- a) Para la operación de llenado de recipientes portátiles llamados comúnmente cilindros, interviene un número de operadores asignados por la empresa, de acuerdo con la demanda que exista en los siguientes municipios: Tepatitlán de Morelos, Tala, Zapopan, Acatlán de Juárez, Zacoalco de Torres, Villa Corona, Jocotepec y otros vecinos.
- b) El Gas L.P. líquido se extraerá del tanque de almacenamiento por medio de una bomba para el manejo de ese combustible y se descarga a la tubería que suministra al múltiple de llenado instalado en el muelle.
- c) Las básculas a utilizar para el llenado de recipientes portátiles deben funcionar eficientemente, garantizando el peso correcto de cada uno de los cilindros llenos.
- d) Se llenarán recipientes portátiles con capacidades de 20, 30 y 45 Kg.
- e) El personal que llene recipientes portátiles debe cumplir todos y cada uno de los pasos descritos en el procedimiento instalado en el muelle de llenado.
- f) Antes del llenado de los recipientes portátiles, personal de la planta deberá llevar a cabo una valoración de las condiciones de seguridad de estos portátiles, según lo establecido por

la norma oficial mexicana NOM-008-SESH/SCFI-2010, recipientes transportables para contener gas L.P. especificaciones de fabricación, materiales y métodos de prueba, y la NOM-011/1-SEDG-1999 “Recipientes portátiles para contener gas LP no expuestos a calentamiento por medios artificiales”.

Procedimientos operativos de acuerdo a norma

La planta de distribución de gas L.P. y la toma de auto-carburación cuentan con procedimientos operativos instalados en las diferentes áreas de trasiego de gas L.P., cumpliendo de esta manera con el numeral 4 y 5 de la norma oficial mexicana NOM-001-SESH-2014, “Plantas de distribución para gas L.P. diseño, construcción y condiciones seguras de operación”, publicada en el diario oficial de la federación el día 22 de octubre de 2014 y las Normas Oficiales Mexicanas NOM-003-SEDG-2004, estaciones de Gas L.P., con almacenamiento fijo, diseño y construcción publicado en el Diario Oficial el 15 de Mayo de 2005, la NOM-008-ASEA-2019, Estaciones de servicio con fin específico para el expendio al público de gas licuado de petróleo, por medio del llenado parcial o total de recipientes portátiles y Reglamentos de Construcción del Estado de Jalisco. Las diferentes operaciones de trasiego de gas L.P. que se efectuará en la planta, requieren de personal capacitado en la materia y que conozca a detalle todos y cada uno de los equipos, tuberías, válvulas, accesorios de control y seguridad contra incendios instalados, sentido del fluido de gas L.P. tanto líquido como vapor, tanque de almacenamiento y sus accesorios, para efectuar sus actividades operativas con eficiencia y seguridad.

d) Actividades administrativas de la planta

Las instalaciones contarán con un área administrativa encargada de las compras, ventas e inventarios del gas L.P., el control del personal que labora tanto en la oficina, en las áreas de gerencia, ventas, operaciones, atención de fugas de gas de clientes, mantenimiento, vigilancia y seguridad industrial.

Tabla 8. Características de equipos principales del Proyecto de la Planta de Distribución de gas L.P.

Descripción	TAG	Año Fab	Capacidad en m ³	Dimensiones	Código de Diseño	Materiales de construcción	Tiempo de vida útil	Sustancia manejada	Estado físico de la sustancia	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm ²	*Flujo de diseño y operación m ³ /min	*Presión de diseño y operación en kg/cm ²	*Temperatura de diseño y operación en °C	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
											Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.		
Tanque de almacenamiento Tipo A	01	2021	125	L:15.24 m D: 3.36 m	ASME-VIII. Div. 1 última edición	Acero al carbón	Garantía 10 años Vida útil 30 años	Gas LP	Líquido/Gas	22.85	-----	Diseño: 17.58 Operación: Min: 4 Nor: 9 Mx: 12.3	Diseño: 51.6 Operación: Nor: 7.5 Mx: 37.8	Sistema de válvulas para control de flujo del gas y sistema de aspersores en su lomo para control de fuego	Centro del predio

Nota: Para Instalaciones en Operación, los Regulados indicarán los flujos, presiones y temperaturas de diseño y operación.

Tabla 9. Características de equipos auxiliares del Proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Descripción	TAG	Año Fab	Capacidad en m ³	Dimensiones	Código de Diseño	Materiales de construcción	Tiempo de vida útil	Sustancia manejada	Estado físico de la sustancia	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm ²	*Flujo de diseño y operación	*Presión de diseño y operación en kg/cm ²	*Temperatura de diseño y operación en °C	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
											Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.		
Compresor Corken de 15 Hp para descarga de transportes	02	2021		L 1.50 m A 0.40 m Al 0.90 m	2006/42 /CE UL CSA ASTM A536	Acero, cobre, bronce y Neopreno, PTFE, Etileno-	20 años con mnto	Gas LP	Líquido/Gas	-----	Min 48.78 m ³ /hr Nor 67.71 m ³ /hr Max 176.9 m ³ /hr	Nor 20.7 Max 23.1	Min -31.66 Nor 7 Mx 177	Botón de paro rápido	Noroeste de la zona de almacenamiento de la planta
Bomba Para autocarburación	03 a	2021	0.189 CF5	L 1.69 m A 0.43 m Al 0.90 m	2006/42 /CE UL CSA ASTM A536	Acero, cobre, bronce y Neopreno, PTFE, Etileno-	20 años con mnto	Gas LP	Líquido/Gas	-----	M ----- N 0.03785 m ³ /min Mx 0.1895 m ³ /min	Nor 17.57 Max 28.12	Min -31.66 Nor 7 Mx 107.22	Botón de paro rápido	Noreste de la zona de almacenamiento de la planta

Bomba Para Suministro a pipas	03 b	2021	0.454 CF 10	L 1.69 m A 0.43 m Al 0.90 m	2006/42 /CE UL CSA ASTM A536	Acero, cobre, bronce y Neopreno, PTFE, Etileno-	20 años con mnto	Gas LP	Líquido/ Gas	-----	Nor 0.186 m ³ /min Max 0.454 m ³ /min	Nor 4.218 Max 4.92	Min -31.66 Nor 7 Mx 107.22	Botón de paro rápido	Este de la zona de almacenamiento de la planta
Bomba llenado de cilindros	03 c	2021	0.454 CF 7.5	L 1.69 m A 0.43 m Al 0.90 m	2006/42 /CE UL CSA ASTM A536	Acero, cobre, bronce y Neopreno, PTFE, Etileno-	20 años con mnto	Gas LP	Líquido/ Gas	-----	Nor 0.186 m ³ /min Max 0.454 m ³ /min	Nor 8.78 Max 24.6	Min -31.66 Nor 7 Mx 107.22	Botón de paro rápido	Zona sur de la zona de almacenamiento de la planta

Tubería	04	2021	-----	Long 67.57	A/SA-53B o A/SA-106B	Acero al carbón ced 40	10 años	Gas LP	Líquido/g as	21.0	Min 0.0378 Nor 0.186 Max 0.454	Min 17.58 Nor 40	Min -6.6 Nor 7 Max 427	Botón de paro rápido, Sistema de válvulas y Sistema de control de incendios a base de agua a presión y extintores	Zona de almacenamiento
---------	----	------	-------	------------	----------------------	------------------------	---------	--------	--------------	------	--------------------------------------	---------------------	------------------------------	---	------------------------

3.5 Características y códigos de diseño de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Proyecto Mecánico

1) RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO

a) Especificaciones

Se contará con 1 recipiente de almacenamiento construido bajo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente en su fecha de fabricación. Tipo intemperie, cilíndrico, horizontal, de fabricación nacional especialmente para contener Gas LP, de las siguientes características.

N° Económico	1
Marca	CY TSA o equivalente
No. serie	-----
Año de fabricación.	2021
Capacidad nominal 100% lt. agua	125,000
Altura sobre NPT	1.60 m
Diámetro exterior	3.36m
Largo total	15.24 m
Presión de diseño	17.58 Kg/cm ²
Distancia entre bases.	9.09 m
Tara en Kg.	23,700 Kg
Densidad del Gas	0.54
Espesor placa cilindro	18.5mm
Espesor placa de tapas	9.9 mm
Material de placa de cilindro	A-612
Material de placa de tapas	A-612
Tipo de cabezas	Hemisféricas
Radiografiado	100 %.

Cuadro 16

Se instalará montado sobre bases de concreto tipo cuna, permitiendo sus movimientos de contracción y dilatación por cambios en la temperatura del medio ambiente.

Estará resguardado dentro de la zona de protección con muretes de concreto y la diferencia de alturas de 0.70 m entre piso terminado de zona de circulación de vehículos y la zona de piso del área del tanque de almacenamiento.

Contará con una altura de 1.60 m de la parte inferior del recipiente al nivel de piso terminado del área de almacenamiento, con dos escaleras metálicas, una para el acceso permanentemente a la parte superior del domo del recipiente y la otra para llegar al instrumental instalado en el cabezal del recipiente y verificar la lectura de los instrumentos de medición y control del recipiente.

Accesorios

El recipiente de almacenamiento contará con dispositivos de seguridad y medición con indicación que podrá ser local o remota, con coples y conexiones soldadas necesarias para la instalación de los siguientes accesorios que podrán ser de la marca mencionada como referencia o se instalarán de marcas comerciales similares.

- Un medidor magnético (Magnetel) de nivel de líquido roscado Marca Rochester Modelo M 6339 de 25.4 mm (1") de diámetro.
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -20 a $+50^{\circ}$ C de 12.7 mm ($\frac{1}{2}$ ") de diámetro toma posterior, caratula de 51 mm (2") de diámetro.
- Un manómetro con graduación de 0 a 21 Kg/cm² De 6.4 mm De ($\frac{1}{4}$ ") de diámetro toma posterior con caratula de 50.8 mm (2").
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm De ($\frac{1}{4}$ ") de diámetro una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido Marca Rego Modelo A7639V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – Vapor Marca Rego Modelo A3292C – B de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 322 L.P.M. (85 G.P.M.).
- Una válvula multiport bridadas Marca Rego Modelo A 8547G de 101 mm (4") de diámetro cada una con cuatro válvulas de seguridad cada una Marca Rego Modelo A3149 – MG de 64 mm De ($2\frac{1}{2}$ ") de diámetro con capacidad de 294 m³/min. Cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de los tanques cuentan con tubos de descarga de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 m de altura.
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".

MAQUINARIA

b) Bombas

Contará con 3 bombas con un cople flexible en la línea de succión, precedidas de un filtro y su descarga contará con una válvula automática de retorno de gas al recipiente de almacenamiento.

Número.	No. 1	No. 2	No. 3
Operación básica.	Toma de Carburación	Toma Suministro	Llenado cilindros
Marca	Corken (51 mm de \varnothing)	Corken (76 mm de \varnothing)	Corken (76 mm de \varnothing)
Motor eléctrico.	5 C.F	10 C.F.	7.5 C.F.
RPM	520	640	640
Cap. nominal	189 LPM	454 LPM	454 LPM
Presión diferencial de trabajo	5.0 kg/cm ²	7.0 Kg/cm ²	7.0 Kg/cm ²
Tubería de succión	51 mm \varnothing	76 mm \varnothing	76 mm \varnothing
Tubería de descarga	51 mm \varnothing	76 mm \varnothing	76 mm \varnothing

Cuadro 17

Compresor

El compresor se instalará entre coples flexibles, con una válvula de alivio de presión con su descarga a través de una tubería evitando que su desfogue este orientado a algún elemento de la planta de distribución. Cuenta además con una trampa de líquidos con una línea de purga a 2.50 m. sobre NPT.

Número	1
Operación básica	Trasiego de Gas LP de transportes a tanque de la planta.
Marca.	Corken 491
Motor eléctrico	15 C.F.
RPM	720
Cap. nominal	813 LPM
Desplazamiento	48.8 m ³ ./ hr.
Punto de compresión	1.49
Máxima presión de descarga	17.5 kg/ cm ²
Tubería de gas vapor	51 mm de \varnothing
Tubería de gas líquido.	76 mm de \varnothing

Cuadro 18

Tanto las bombas como el compresor se encontrarán dentro de la zona de protección del área de almacenamiento resguarda de posibles daños mecánicos, con una distancia mayor a 0.8 m de la parte exterior del murete de concreto y a una altura de 0.70 m arriba del NPT de circulación de vehículos.

Los motores eléctricos se encuentran acoplados con bandas tipo “V”, con protección de cubre bandas atornilladas a sus bases metálicas ancladas al piso de concreto.

Los motores eléctricos serán APE apropiados para operar en atmosferas de vapores inflamables, estarán conectados al sistema general de “tierras” y contarán con un interruptor automático de sobrecarga eléctrica.

CONTROLES MANUALES Y AUTOMATICOS

a) Controles Manuales

En diversos puntos de las tuberías para el control de flujo de gas L.P. se instalarán válvulas de globo y de bola con accionamiento manual para una presión de trabajo de 28.0 kgf/cm², las que permanecerán “cerradas” o “abiertas”, según el sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos:

A la descarga de cada una de las bombas se instalará un control automático para el retorno de gas-líquido excedente al recipiente de almacenamiento que actuará ante una sobre presión diferencial de apertura calibrada a 5.0 kgf/cm² (71.0 Lbf/ pulg²).

e) Controles de medición

En las Tomas de Recepción, Suministro y de Carburación, se instalará un sistema de medición másico o su equivalente volumétrico de gas L.P. para el control de inventarios en las entradas, salidas y consumo interno de Gas L.P.

BASCULAS DE LLENADO Y DE REPESO

a.- Básculas de llenado.

En el muelle de llenado se proyecta la instalación de 6 basculas tipo plataforma para el llenado de cilindros transportables, todas, marca Revuelta o similar, con una capacidad individual de 125 kg, integradas con un automático de control de peso “Troya” y una celda de carga que, al llegar al peso requerido en cada cilindro, se genera una señal

activando o desactivando la válvula solenoide instalada en la línea de llenado, abriendo o cerrando el flujo de gas.

b.- Báscula de repeso.

Se cuenta con una báscula de repeso tipo plataforma similar a las de llenado con una capacidad de 125 kg y con indicador digital para verificar el peso en cada uno de los cilindros que se llenaron.

Para una mejor protección las básculas de llenado, como la de repeso se encuentran conectadas a una línea general de tierra.

MÚLTIPLE DE LLENADO

El múltiple de llenado está formado por tubería de AC C-40 sin costura de 76 mm Ø. sujeta con abrazadera tipo "U" sobre soportes metálicos a 1.20 del nivel de piso del muelle.

La tubería a su llegada antes de la conexión al Múltiple de llenado contará con una válvula de bloqueo tipo globo con accionamiento manual, además tendrá instalada una válvula de relevo hidrostático de 13 mm Ø y un manómetro con una caratula de 64 mm Ø y un rango de operación de (0-21) Kg/cm².

Consta de 6 salidas de 13 mm Ø para el llenado de recipientes transportables, equipadas con:

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Válvula de globo de 13 mm
1	Manguera especial para gas de 13 mm x 1.20 m.
1	Válvula de cierre rápido de 13 x 6.4 mm
1	Conector o punta pool de 6.4 mm, con maneral.
1	Conjunto para el automático de llenado, que consta de: <ul style="list-style-type: none">• Válvula solenoide de 13 mm• Una fotocelda para captar el movimiento de la barra de la báscula.• Actuador o modulo electrónico
1	Registro de terminal Pegasus para medición de masas y servicios realizados

Cuadro 19

TOMAS DE RECEPCION, SUMINISTRO Y AUTOCARBURACION

a.- **La toma de recepción.** - Se localiza a 10.46 m por el costado Suroeste del recipiente de almacenamiento en una extensión del piso del área de almacenamiento.

Diseñadas para la descarga de los semirremolques por medio de la presión diferencial realizada por un compresor acoplado a motor de 15 HP. Consta de 2 bocas terminales de 51 mm Ø para conducir gas líquido, hasta conectarse a una tubería de 76 mm Ø. Cuenta además con otra boca terminal de 32 mm Ø con ensanchamiento a 51 mm Ø, para conducir gas-vapor a través del compresor

Las 2 bocas terminal del gas-líquido de 51 mm Ø de la toma de recepción se proyectaron integradas con un acoplador, una válvula de cierre manual, un tramo de 5 m de manguera para gas L.P., un punto de ruptura conectado a un coplee soldado a un marco metálico. En su trayectoria hacia el recipiente de almacenamiento de gas ambas bocas terminales se unen en un ensanchamiento de tubería de 51 a 76 mm Ø, donde se encuentra un indicador de dirección de flujo de gas con un no retroceso incorporado y un medidor másico para cuantificar los volúmenes de gas que se reciben.

b.- **La toma de suministro.** - Se localiza a 5.5 m por el costado Noreste del recipiente para gas en una extensión de su área de almacenamiento, se utiliza para el llenado de los auto-tanques por medio de la presión diferencial realizada por una bomba acoplada a motor eléctrico de 10 HP.

Se encuentra proyectada con una toma de 51 mm Ø con un medidor másico para control de flujos de gas, integrada con un acoplador, una válvula de cierre manual, un tramo de manguera para gas L.P. de 5 m, y un punto de ruptura conectado a un coplee soldado al soporte metálico.

Dentro del Soporte Metálico se encuentra instaladas dos tuberías de 51mmØ, una para gas-líquido y a otra para gas-vapor, ambas con los siguientes accesorios: una Válvula de exceso de flujo, precedida por una válvula de cierre de accionamiento manual y una válvula de cierre con actuador neumático a control remoto.

La tubería con gas-líquido a su salida del marco metálico se conecta a una manguera de 51 mm Ø para el llenado de auto-tanques, mientras la tubería de gas-vapor se reduce a 32 mm Ø y se conecta a una manguera de mismo diámetro.

c.-**La toma de carburación.** - Se proyecta con tubería de 51 mm de Ø para suministro de gas L.P. para carburación a vehículos propios de la empresa con una bomba de 5 HP.

Se localiza por el costado Noroeste del recipiente almacén, cuenta con medidor de flujo de gas másico o su equivalente en volumétrico.

Dentro del Soporte Metálico se encuentra instalada una tubería de 51mmØ para gas-líquido y cuenta con los siguientes accesorios: Una Válvula de exceso de flujo, precedida por una válvula de cierre de accionamiento manual y una válvula de cierre con actuador neumático a control remoto, a su salida del marco metálico la tubería se reduce a 25 mm Ø y se conecta a una manguera del mismo diámetro.

SOPORTES

La toma de recepción, de suministro y de carburación se encuentra dentro de la zona de protección del área del recipiente de almacenamiento, libre de riegos por posibles daños mecánicos, sus bocas terminales se encuentran sujetas a un marco metálico anclado firmemente al piso con lo que se garantiza su integridad.

El marco metálico anclado al piso diseñado para salvaguardar en la parte interna del mismo, sus accesorios de control y seguridad con que están equipadas cada toma, en la parte externa superior contara con un punto de ruptura de manera que en caso de que el sistema se vea sujeto a algún esfuerzo mecánico indebido y la tubería se seccione en su punto de ruptura las válvulas de exceso de flujo y de cierre manual permanezcan en su sitio y queden en condiciones de operar y de maniobrarse. La toma de carburación contara con un separador mecánico.

Las tres Tomas se encuentran conectadas a un sistema general de tierra, con una pinza para aterrizar todo vehículo que se pretenda hacer trasiego de gas en él.

Todas las tuberías conductoras de Gas L.P., agua del SCI y eléctricas, se encuentran sujetas sobre soportes metálicos anclados al piso a una distancia no mayor de 3m y una altura mayor de 10 cm del piso.

4) JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DE LA PLANTA

La capacidad total de almacenamiento será de 125,000 litros en agua, en un solo recipiente especial para contener Gas L.P. tipo intemperie cilíndrico horizontal, con una presión de trabajo de 17.5 Kg/cm², de fabricación nacional construido especialmente para ello de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana vigente.

b) **BOMBA**

Cálculo de potencia de la Bomba.

En el transporte de los fluidos hay variación de temperatura, presión y altura en sus puntos extremos dentro del mismo ducto, aplicando el principio de la conservación de la masa, se llega a la conclusión de que la materia que pasa por ambos puntos es la misma y se representa por medio de la ecuación:

$$A_1 V_1 \rho_1 = A_2 V_2 \rho_2$$

Dónde:

A_1 y A_2 = Áreas del ducto en los puntos 1 y 2

V_1 y V_2 = Velocidad del gas líquido en los puntos 1 y 2

Para el cálculo del flujo de gas líquido en general, se aplica un balance energético entre ambos puntos, el cual se resuelve aplicando la 1ra. ley de la Termodinámica, en su forma conocida como la ecuación de Bernoulli:

$$\Delta X + \frac{\Delta U}{2g} + \frac{\Delta P^2}{\rho} + W - F = 0$$

Dónde:

$\Delta X = X_1 - X_2$	Variación de altura entre puntos 1 y 2
$\Delta P = P_1 - P_2$	Variación de presión entre los puntos 1 y 2
$\Delta V = U_1 - U_2$	Variación de velocidad entre puntos 1 y 2
$g =$	Gravedad específica 9.81 m / seg.
$\rho =$	Densidad del gas líquido (30 % propano + 70 % butano) $\rho = 530 \text{ kg/ cm}^2$
$F =$	Perdidas por fricción
$W =$	Trabajo mecánico dentro del sistema

Cuadro 20

Para el caso en cuestión se consideran:

$$U_1 = U_2$$

Dónde:

$$\Delta X + \frac{\Delta P}{\rho} + W + F = 0$$

Perdidas por fricción o resistencia al flujo de gas líquido dentro del sistema.

El valor de “F” se ha determinado experimentalmente y se le ha dado un valor a cada accesorio de acuerdo a su diámetro y se ha expresado en longitud equivalente de m. de tubería. Estos datos los proporciona el fabricante por medio de tablas de caída de presión en m equivalentes.

De acuerdo a la tabla No.4 del Manual de la Cia. Smith Company y de la Fig. 1-2 del Manual de Ing. químico "Brawn", la resistencia al flujo de gas en la tubería expresado en pies equivalentes:

Toma de auto-carburación

Considerando la capacidad promedio de 140 lts. de tanques de carburación instalados en los vehículos de la empresa con un flujo normal de admisión en sus válvulas de llenado de 10 GPM (37.85 LPM), su tiempo de llenado aproximado será de:

$$(140 \times 0.90 \%) / 37.85 \text{ LPM} = 3.32 \text{ min.}$$

Se propone una bomba marca “Corken” modelo 521 o similar, de 51 mm Ø de succión y descarga, equipada con un motor eléctrico de 5 HP, con una capacidad de bombeo de 189.5 LPM (50 GPM).

Línea de succión. (Fs).

Accesorio. (Línea de 51 mm de Ø)

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de exceso de flujo.	10	10.0
3	Válvula de globo recta	15.0	45.0
1	Filtro de paso.	38.0	38.0
2	Codo de 45° .	2.5	5.0
2	Codo de 90° .	5.0	10.0
1	Conector flexible. (0.40 x 3.28)	1.31	1.31
1	Tramo de tubería negra 51 mm Ø (2.20 x 3.28)	7.20	7.20

Cuadro 21

Total de longitud equivalente (Pies) 116.51

Para un gasto de 189.25 LPM (50 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 51.0 mm Ø la resistencia es:

(De tablas del fabricante 0.048).

Por tanto, Fs para tubería de 51 mm

$$0.048 \times 116.51 = 5.59 \text{ pies col. líquido.}$$

$F_s = 5.59$ pies Columna de líquido.

Resistencia al flujo de la bomba (Fb).

Por datos proporcionados por el fabricante, se considera que hasta 378.5 LPM (100 GPM) de gas, la resistencia al flujo de la bomba es de 0.3048 m. (1 pie) col. de líquido, por lo cual para 189.25 LPM (50 GPM) ésta propuesta es considerada válida. Por lo que.

$F_b = 1.0$ pie col. de líquido.

Resistencia a la descarga de la bomba (Fd).

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIV. (Pies)	LONG. EQUIV. (Pies)
		51mmØ	25mmØ
1	Reducción de 51 x 25 mm Ø		1.5
2	Tee	8	
2	Codos 2 x 45°	5.0	
4	Válvulas esfera	10	
1	Tramo tubería (3.0 x 3.28)	9.84	
1	Pistola de llenado 19 mm Ø		6.5
1	Medidor másico de flujo de gas	20	
1	Tramo de manguera. (6.0 x 3.28m)		19.68
1	Acoplador de manguera de llenado		3.0
1	Válvula de llenado de tanque móvil		40
	Longitud equivalente.	52.84 pies	70.68 pies

Cuadro 22

Para un gasto de 189.25 LPM (50 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería:

De 51 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.048).

De 25 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.060).

Por tanto;

$$F_{d_{51mm}} = 52.84 \times 0.048 = 2.53 \text{ pies}$$

$$F_{d_{25mm}} = 70.68 \times 0.060 = 4.24 \text{ pies}$$

$$\text{Total } F_d = 6.77 \text{ pies}$$

Las pérdidas por fricción o resistencia al flujo total dentro del sistema son:

$$F_t = F_s + F_b + F_d$$

$$F_t = 6.77 + 1.0 + 6.44 = 14.21 \text{ pies col. de líquido.}$$

$$F_t = 14.21/3.28 \text{ pies col. de líquido.} = 4.33 \text{ m col. líquido.}$$

Carga de presión. (ΔP).

La presión diferencial en el sistema de bombeo de gas para el llenado de recipientes transportables, es considerada en 5.0 Kg. / cm², en base al valor observado en un ciclo normal de llenado.

por lo tanto:

$$\frac{\Delta P}{\&} = \frac{5.0 \text{ kg. / cm}^2 \times 10000 \text{ cm}^2/\text{m}^2}{530 \text{ Kg. / m}^3} = 94.33 \text{ m. col. de líquido.}$$

Carga de altura. (ΔX)

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 1.30 - 0.7 = 0.60 \text{ m}$$

Carga de trabajo (W)

La carga de trabajo que tiene que soportar la bomba dentro del sistema es de:

$$W = \frac{\Delta P}{\&} + \Delta X + F$$

Sustituyendo valores: $W = 94.33 + 0.60 + 4.33 = 99.26 \text{ m col. de líquido.}$

Potencia del motor de la bomba.

$$P = \frac{W \quad Q \quad \&}{76 \quad x \quad E} = \text{C. F.}$$

Dónde:

P = Potencia del motor de la bomba.

W = Trabajo mecánico dentro del sistema (99.26 m. col. líquido).

Q = Caudal o gasto de gas líquido 0.00315 m³ /seg).

& = Peso específico del gas (530 Kg / m³).

E = Eficiencia de la bomba (75 %).

Sustituyendo valores:

$$P = \frac{99.26 \times 0.00315 \times 530}{76 \times 0.75} = 2.90 \text{ C.F.}$$

C.F. calculado. 2.90 < C.F. real 5.0

La potencia del motor propuesto para la bomba es de mayor capacidad que el calculado, con lo cual se satisface ampliamente la demanda.

Tomas de Suministro

Para la carga de auto-tanques se cuenta con una sola llenadera alimentada por una bomba con motor eléctrico de 10 HP con tuberías de entrada-salida de 76 mm \varnothing y una capacidad de bombeo de 454 L.PM (120 GPM).

Línea de succión. (Fs).

ACCESORIOS. (Línea de 76 mm de \varnothing)

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de exceso de flujo.	90	90
2	Válvula de globo recta	80	160
1	Filtro de paso.	42	42
1	Codo de 90 °.	8	8
2	Conector flexible. (0.40 x 3.28)	1.31	2.62
1	Tramo de tubería negra 76 mm \varnothing (5.x 3.28)	16.4	7.20
Total de longitud equivalente (Pies)			301.82

Cuadro 23

Para un gasto de 454 LPM (120 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 76.0 la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.036).

$$F_s = 0.036 \times 301.82 = 10.86 \text{ pies col. líquido.}$$

Resistencia al flujo de la bomba. - (Fb)

Para 454 LPM (120 GPM) de gas, la resistencia al flujo de la bomba es de 0.3057 m. (1.2 pie) col. de líquido.

$$F_b = 1.20 \text{ ft Col. Líquido}$$

Línea de descarga. (Fd).

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIV. (Pies)	LONG. EQUIV. (Pies)
		76mmØ	51 mmØ
1	Reducción de 76 x 51 mm Ø		5
3	Tee	15	
2	Codos de 45°	8	5.0
2	Codos de 90°		10
3	Válvulas esfera		30
1	Tramo tubería (x 3.28)	4.92	3.28
1	Valv. exceso de flujo 51 mm Ø		10
1	Medidor másico de flujo de gas		20
1	Tramo de manguera. (6.0 x 3.28m)		19.68
1	Acoplador de manguera de llenado		3.0
	Longitud equivalente.	27.92 pies	95.96 pies

Cuadro 24

De 51 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.048).

De 76 mm la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.036

$F_e = 27.92 \times 0.048 = 1.34$ pies col. líquido.

$F_d = 95.96 \times 0.036 = 3.45$ pies col. líquido.

$F_{d \text{ total}} = (1.34 + 3.45) = 4.79$

Las pérdidas por fricción o resistencia al flujo total dentro del sistema son:

$$F_t = F_s + F_b + F_d$$

$$F_t = 10.86 + 1.20 + 4.79 = 16.85 \text{ pies col. de líquido.}$$

$$F_t = 16.85 / 3.28 = 5.14 \text{ m col. Líquido}$$

Carga de presión. (ΔP).

La presión diferencial en el sistema de bombeo de gas para el llenado de autotanques, es considerada en 3.0 kg/cm². en base al valor observado en un ciclo normal de llenado.

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{3.0 \text{ kg. / cm}^2. \times 10000 \text{ cm}^2./ \text{m}^2.}{530 \text{ kg. / m}^3.} = 56.6 \text{ m. col. de líquido.}$$

Carga de altura. (X).

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 1.8 - 1.1 = 0.7 \text{ m col liquido}$$

Carga de trabajo (W).

La carga de trabajo que tiene que soportar la bomba dentro del sistema es de:

$$W = \frac{\Delta P}{\rho} + \Delta X + F$$

Sustituyendo valores:

$$W = 56.6 + 0.7 + 5.14$$

$$W = 62.44 \text{ m col. de líquido.}$$

Potencia del motor de la bomba.

$$P = \frac{W \cdot Q \cdot \rho}{76 \cdot x \cdot E} = \text{C.F.}$$

Dónde:

P = Potencia del motor del motor de la bomba

W = Trabajo mecánico dentro del sistema (62.44 m. col. líquido)

Q = Caudal o gasto de gas líquido (0.0031 m³/ seg)

ρ = Peso específico del gas (530 kg/ m³)

E = Eficiencia de la bomba (80 %)

76 = Factor de conversión

Sustituyendo valores:

$$P = \frac{62.44 \cdot x \cdot 0.0031 \cdot x \cdot 530}{76 \cdot x \cdot 0.80} = 1.68 \text{ F.}$$

La potencia del motor con que se instalarán las bombas es de mayor capacidad que el calculado, con lo cual se satisface la demanda:

$$1.68 \text{ C.F.} < 10 \text{ C.F.}$$

Llenado de cilindros transportables

Línea de succión. (Fs).

ACCESORIOS. (Línea de 76 mm de \varnothing)

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de exceso de flujo.	90	90
2	Válvula de bola recta	80	160
1	Filtro de paso.	42	42
2	Codo de 90 °.	8	16
2	Conector flexible. (0.40 x 3.28)	1.31	2.62
1	Tramo de tubería negra 76 mm Ø (5.x 3.28)	16.4	7.20

Cuadro 25

Total de longitud equivalente (Pies)

317.82

Para un gasto de 454 LPM (120 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 76.0 la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.036).

$$F_s = 0.036 \times 317.82 = 11.44 \text{ pies col. líquido.}$$

Resistencia al flujo de la bomba. - (Fb)

Para 454 LPM (120 GPM) de gas, la resistencia al flujo de la bomba es de 0.3057 m. (1.2 pie) col. de líquido.

$$F_b = 1.20 \text{ ft Col. Liquido}$$

Línea de descarga. (Fd).

CANT	DESCRIPCIÓN	LONG. EQUIVALENTE (Pies)	
		UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Válvula de globo recta	80	80
1	Tee.	8	8
3	Codo de 3 x 90 °.	8	24
2	Codo 3 x 45 °.	4	8
1	Tramo de tubería negra 76 mm Ø (5.70x 3.28)	18.70	18.70

Cuadro 26

Total de longitud equivalente (Pies)

138.70

Para un gasto de 454 LPM (120 GPM) en 0.3048 m. (1 pie) de tubería de 76.0 la resistencia es: (De tablas del fabricante 0.036).

$$F_d = 138.7 \times 0.036 = 4.99 \text{ pies col. líquido.}$$

Resistencia de llenado en el mutiple.- (Fm)

Considerando un flujo de llenado para cada recipiente transportable y teniendo en cuenta un flujo de admisión de la válvula del recipiente de 30 LPM. (7.93 GPM).

CANT.	DESCRIPCIÓN	CAÍDA DE PRESIÓN	DE
1	Válvula de globo de 13 mm de diám	1.0 PSI.	
1	Válvula de cierre rápido de 13 mm. de diám	1.0 PSI.	
1	Punta pool de 13 x 6.4 mm de diám	1.2 PSI.	
1 m	Manguera de 13 mm de diám.	0.6 PSI.	
1	Válvula de llenado para punta de manguera.	3.0 PSI.	
1	Red. 76 x 13 mm.	0.2 PSI.	
	Longitud equivalente	7.0 PSI.	

Cuadro 27

Dónde: 1.0 PSI = 4 pies col. líquido.

Por tanto: FM = 4 x 7 x 6 = 168 pies col. líquido.

Las pérdidas por fricción o resistencia al flujo total dentro del sistema son:

$$F_t = F_s + F_b + F_d + F_M$$

$$F_t = 11.44 + 1.20 + 4.99 + 168 = 185.63 \text{ pies col. de líquido.}$$

$$F_t = 185.63 / 3.28 = 56.60 \text{ m col. Líquido}$$

Carga de presión. (ΔP)

La presión diferencial en el sistema de bombeo de gas para el llenado de recipientes transportables, es considerada en 5.0 kg/cm². en base al valor observado en un ciclo normal de llenado.

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{5.0 \text{ kg. / cm}^2 \times 10000 \text{ cm}^2 / \text{m}^2}{530 \text{ kg / m}^3} = 94.34 \text{ m. col. de líquido.}$$

Carga de altura. (X).

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 1.8 - 1.6 = 0.2 \text{ m col liquido}$$

Carga de trabajo (W)

La carga de trabajo que tiene que soportar la bomba dentro del sistema es de:

$$W = \frac{\Delta P}{\rho} + \Delta X + F$$

Sustituyendo valores:

$$W = 94.34 + 0.2 + 56.60$$

$W = 151.14$ m col. de líquido.

Potencia del motor de la bomba.

$$P = \frac{W \cdot Q \cdot \rho}{76 \cdot E} = \text{C.F.}$$

Dónde:

P = Potencia del motor del motor de la bomba.

W = Trabajo mecánico dentro del sistema (151.14 m. col. líquido).

Q = Caudal o gasto de gas líquido (0.0031 m cúbicos / seg)

ρ = Peso específico del gas (530 kg. / m³)

E = Eficiencia de la bomba (80 %)

76 = Factor de conversión.

Sustituyendo valores:

$$P = \frac{151.14 \times 0.0031 \times 530}{76 \times 0.80} = 4.08 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que se instalarán las bombas es de mayor capacidad que el calculado, con lo cual se satisface la demanda:

$$4.08 \text{ C.F.} < 7.5 \text{ C.F.}$$

b) *COMPRESOR*

Se propone un compresor marca Corken modelo 491 o su equivalente en Blackmer LB-361, para un flujo de Gas L.P. por tubería de 76 mmØ (3") en estado líquido.

Se recomienda que éste tenga un rango de velocidad de 77 a 300 cm/seg., (dato Tomado del "Handbook Butane – Propane Gases") para reducir al mínimo las pérdidas por fricción en tuberías. Por lo tanto, para una transferencia de gas líquido de 814 L.P.M. seleccionada tenemos:

$$Q = V \times A$$

$$V = Q / A$$

Dónde:

V = Velocidad media en A calcular
cm/seg.

Q = Caudal en cm³ / seg. = 13,566 cm³/seg

A = Área transversal de la tubería = 45.362 cm²

$$V = 13566 / 45.362 = 299.07 \text{ cm/seg}$$

Por lo que estamos dentro de los límites recomendados.

$$Q = 299.07 \times 45.362 = 13566 \text{ cm/seg.} \times 60/1000 = 813 \text{ L.P.M.}$$

Para transferir un flujo de 813 L.P.M. (214.79 G.P.M.) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento (9) de gas-vapor del compresor de:

$$Q = 214.79 \text{ G.P.M.} / 5.39 = 39.84 \text{ pie}^3 / \text{min.} \quad (67.71 \text{ m}^3/\text{hr})$$

[5.39 = Factor de conversión dado por el fabricante]

Condiciones de operación iniciales (1) y finales (2);

(Según mediciones promedio observadas por el tipo de mezcla de Gas L.P. suministrado por Pemex)

$$P_1 = 7 \text{ Kg/cm}^2 = 100 \text{ PSI} + 14.7 = 114.7 \text{ PSIA}$$

$$T_1 = 17.5^\circ \text{ C} = 63.5 \text{ F}^\circ$$

$$P_2 = 11 \text{ Kg/cm}^2 = 156 \text{ PSI} + 14.7 = 170.7 \text{ PSIA}$$

$$T_2 = 33.3^\circ \text{ C} = 92^\circ \text{ F}$$

Relación de compresión (r):

$$r = P_2/P_1 = 170.7/114.7 = 1.49$$

Exponente de compresión (k):

$$K = C_p / C_v = 1.15 \text{ para el propano:}$$

Eficiencia volumétrica (VE):

VE = 90% (dato tomado de graficas del fabricante).

Desplazamiento mínimo del pistón (PD):

Para transferir el flujo de 813 L.P.M. (214.79 G.P.M.) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento de gas-vapor de:

$$PD = (G. P. M.) / 5.39 \times r \times VE$$

$$PD = (214.79/5.39) \times 1.49 \times 0.90 = 31.45 \text{ C.F.M.} = 53.44 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Velocidad máxima de operación (R.P.M.)

De acuerdo a las tablas del fabricante se tiene que la velocidad máxima es de 825 RPM

Specification	Models 491
Bore of cylinder	4.0 in (101.6 mm)
Stroke	3.0 in (76.2mm)
Piston displacement	
Minimum @ 400 RPM	17.2 CFM (29.2 m ³ /hr)
Maximum @ 825 RPM	35.5 CFM (60.3 m ³ /hr)

POTENCIA REQUERIDA (H. P.):

$$H.P = (BHP / 10 \text{ CFM}) \times PD \times 0.3$$

$$H.P = 15 / 10 \text{ CFM} \times 31.45 \times 1.10$$

$$H.P = 14.15 \text{ C. F.}$$

(De gráficas Brake Horsepower (BHP) del fabricante se obtiene un valor de

BHP = 15 con, $k = 1.15$, $r = 1.49$ y $P1 = 170.7$ PSIA.

La potencia del motor con que contará el compresor será de 15 C. F., operando a 825 R.P.M. obteniendo un desplazamiento de $102.3 \text{ m}^3/\text{hr}$ (60.2 CFM) y capacidad de 813 L.P.M. (214.79 G.P.M).

TUBERIAS Y CONEXIONES

a) Tuberías y conexiones

Todas las tuberías para conducir Gas L.P. serán de acero al carbón cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de $21 \text{ Kg}/\text{cm}^2$, y donde existen accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de $140 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ y con tubería de acero al carbón sin costura cédula 80. En la unión de la tubería y accesorios roscados se utilizan sellador y cinta teflón resistente a la acción el Gas L.P.

Filtros

Se cuenta con un filtro con una presión mínima de trabajo de $17.33 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ en la tubería de la succión de la bomba.

Manómetros

No cuenta

Indicadores de flujo

En la Toma de Recepción, se cuenta con un indicador de flujo tipo “Ojo de Buey” en la tubería de $76 \text{ mm } \varnothing$ de gas-liquido integrado con un no retroceso en el proceso de descarga de gas de los transportes al recipiente de la planta.

Válvulas de retorno automático

Se cuenta instalada una válvula de retorno automático en la tubería de descarga de la bomba, para protegerla de una presión excesiva, retornando el gas al recipiente de almacenamiento.

Válvulas de relevo hidrostático

Se tienen instaladas válvulas de relevo hidrostático en los tramos de tubería y manguera en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de cierre con una presión de apertura de $26.6 \text{ Kg}/\text{cm}^2$.

Las válvulas de relevo hidrostático se instalaron, de tal forma que la descarga de estas no incida sobre los recipientes. U otros componentes de las instalaciones.

Válvulas de no retroceso y exceso de flujo

Se tienen instaladas válvulas de exceso de flujo en cada una de las salidas inferiores del recipiente de almacenamiento precedidas por una válvula de cierre de accionamiento manual.

Válvulas de corte o seccionamiento

Las válvulas instaladas en el sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P. son de AC, para una presión de trabajo de 24.47 Kgf/cm². (400 WOG).

Conectores flexibles

Se cuenta con conector flexible en la tubería de succión de la bomba, entrada y salida del compresor, además a las salidas inferiores del recipiente de almacenamiento de gas, para eliminar la vibración ocasionada por la operación.

Mangueras.

Las mangueras utilizadas son especialmente construidas para uso de Gas L.P. para una presión de trabajo de cuando menos 24.60 kgf/cm².

Las pruebas de hermeticidad se efectuarán por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10.0 Kg/cm².

Los diámetros de las tuberías instaladas serán:

TRAYECTORIA	TUBERIAS		
	LIQUIDO	RETORNO	VAPOR
Del recipiente a Toma de Recepción	76 mm Ø	-----	51 mm Ø
Del recipiente a Toma de Suministro.	76 mm Ø 51 mm Ø	51 mm Ø	51 mm Ø
Del recipiente a Toma de Carburación	51 mm Ø	51 mm Ø	-----
Del recipiente a Muelle de llenado	76 mm Ø	51 mm Ø	-----

Cuadro 28

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de altura de 28.13 Kg/cm² y capacidad de descarga de 22 m³/min., y serán de 13 mm (1/2") de Ø.

Se protegerán contra la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxido catalizador.

Todas las tuberías conductoras de gas L.P. en estado líquido y estado de vapor, en las tomas de Recepción, Suministro y Carburación de autoconsumo, serán aéreas, visibles, soportadas sobre ángulos metálicos espaciados a no más de 3 m entre si y se encontraran dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.

c) Mangueras

Todas las mangueras utilizadas para el manejo y trasiego del Gas LP en estado líquido y de vapor, son especiales para este uso, construidas de hule de neopreno y refuerzos de doble malla textil, diseñadas para resistir una presión de trabajo de 24.61 kg. / cm² y una presión de ruptura e 140 Kg/cm².

Las mangueras de las tomas de Recepción, de Suministro y de Carburación cuando se encuentre fuera de uso se colocarán sobre soportes metálicos colgadas, evitando que queden sobre piso, evitando reciban maltratos, dobleces bruscos y con su punta terminal del acoplador taponada.

SISTEMA ELÉCTRICO

INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO 3F, 4H,220/127 VOLTS

Esta Memoria Técnica descriptiva consiste en supervisar que las instalaciones eléctricas cumplan con los lineamientos Normativos vigentes de la NOM-001-SEDE-2012 en las diferentes áreas de Instalación eléctrica de fuerza y alumbrado, de la planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P. Propiedad de MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V., que se ubicará en la CARRETERA TEPATITLAN – YAHUALICA KM. #15 NOROESTE, LAS AZULES, C.P. 47620 TEPATITLAN DE MORELOS JALISCO.

1. - CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

3 F, 4 H, 220/127V

2. - CARGAS INSTALADAS.

CANT.	DESCRIPCIÓN	C. TOTAL W
1	Bomba de Contra Incendio, 30 C.F., 220 V	22,350

1	Lampara de 50 W 220 V	50
2	Alarma con botón de paro 100 W 127V	200
TABLERO "CCM"		
8	Lámparas A.P.E. de 50 W 127 V	400
1	Compresor para Gas L.P. de 15 C.F., 220 V.	11,175
1	Bomba para Gas L.P. de 5 C.F., 220 V.	3,725
1	Bomba para Gas L.P. de 7.5 C.F., 220 V.	5,588
1	Bomba para Gas L.P. de 10 C.F., 220 V.	7,450
7	Válvulas solenoides de 10 W 127V	70
9	Tubo led de 15 W 127 V.	135
14	Contactos dobles de 60 W 127 V.	840
3	Focos led de 15 W 127 V.	45
2	Medidores de gas 50W 127V	100
1	Bomba para el agua ½ C.F. 127V	373

	TOTAL	52,501 W
--	-------	----------

Cuadro 29

Factor de potencia. = 0.90

KVA máximos = 52.50 KW/ 0.90 = 58.33 KVA

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR ALIMENTADOR

Tomando como base la demanda máxima anterior se seleccionó un transformador trifásico de 75 KVA, con conexión Delta- Estrella, para operar a 23,000 / 220-127 V, tipo pedestal auto encerrado en aceite, construido de acuerdo a la Norma.

SUB-ESTACIÓN

La subestación se localiza por la parte interna del predio localizada por el lindero ESTE del proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Se recibe la acometida en una estructura tipo RD3 ϕ , por medio de aisladores sintéticos para 15/23 KV, apartarrayos de óxido de zinc para 15/23 KV y cortacircuitos fusibles para 15/23 KV de 5A. Todo lo anterior de acuerdo a las Normas de la C.F.E. y a la NOM-001-SEDE-2012, relativas a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

Así mismo la medición de energía eléctrica se hará conforme a la Norma CFE en baja tensión, por medio de un gabinete de lámina de 1.0X0.60X0.4 m conteniendo una base de 13-20.

El sistema de medición quedará alojado en un nicho de 1.0 X 0.60 X 0.4m.

CALCULO DE CONDUCTORES Y DE PROTECCIONES

a.- Interruptor general.

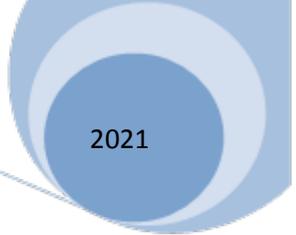
La corriente en el secundario del transformador es de:

$$I_s = \frac{75 \text{ KVA}}{1.73 \times 0.220 \text{ V}} = 197.06 \text{ A}$$

Por tal motivo se seleccionó un interruptor general de 3 polos 250 A, como protección de la línea de alimentación a la caja de barras de la cual se deriva un interruptor termo magnético principal 3P-250', y tablero CCM con interruptor general integrado. Para protección contra sobrecarga y cortocircuito.

b.- La línea de alimentación al tablero de control.

La línea de alimentación desde el secundario del transformador, hasta el gabinete de medición, tiene una longitud de 3.0 m, por lo que el calibre necesario para conducir 197.06 A, con una caída de tensión no mayor del 3 %, es de 2X1/0 AWG (53.49) mm² según el siguiente cálculo.



De acuerdo a la fórmula:

$$\% e = \frac{2 \times I \times L}{V \times F c}$$

Donde:

% e	CAÍDA DE TENSIÓN EN V	
L	Longitud de la línea en m	3 m
I	Corriente total de la carga, en A	197.06 A
V	Voltaje de la línea, en V.	220 V
Sc	Sección del conductor en mm ² .	53.49

Cuadro 30

Sustituyendo valores.

$$\% e = \frac{2 \times 1.73 \times 197.06 \times 3}{220 \times 53.49} = 0.174$$

C.- Líneas de circuitos derivados desde el tablero de control a los equipos de consumo.

El tablero de control es un arreglo que estará formado por una caja de distribución que contiene barras de cobre con una capacidad de 225 A y un tablero de alumbrado Cat. NQOD30-4AB11 con interruptor principal de 3 X 150 A para el tablero CCM.

Una combinación de interruptor – arrancador para motor de 30 H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 15 H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 10 H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 7.5. H.P.

Un arrancador magnético a tensión plena para motor de 5. H.P.

Por lo tanto, efectuando el mismo procedimiento de cálculo para las líneas de los circuitos derivados trifásicos desde el centro de distribución hasta los motores, se obtienen los siguientes calibres, con una caída de tensión no mayor al 3 %.

SERVICIO	CARGA	I(A)	LONG.(M)	TIPO	CAL THW-LS	%e
Bomba SCI	30 C.F	80	4	3F-220 V	2	0.12
Bomba No. 1.	10 C.F.	28	38	3F-220 V	8	1.56
Bomba No. 2	7.5 C.F.	22	42	3F-220 V	10	2.05
Bomba No. 3	5 C.F.	15.2	49	3F-220 V	10	1.60
Compresor	15 C.F	42	56	3F-220 V	6	2.16

Cuadro 31

Los conductores utilizados en baja tensión son conforme a la NMX-J- 010 1996 ANCE, con aislamiento THW-LS para 75° C, su capacidad de conducción de corriente se verifica en la tabla 310-16 de la NOM-001- SEDE-2012.

Mientras que la corriente a plena carga a los motores trifásicos se verificó por medio de la tabla 430-250.

Protecciones de circuitos derivados

Los circuitos derivados se protegerán contra corto circuito o falla a tierra, por medio de interruptores termomagnéticos de las siguientes capacidades.

DESCRIPCION	MOTOR	CORRIENTE	INTERRUPTOR
Bomba de contra incendio	30 C.F	80	
Bomba para Gas LP. No. 1	10 C.F.	28	3P-40 A
Bomba para Gas L.P. No.2	7.5 C.F.	22	3P-30 A
Bomba para Gas L.P. No.3	5 C.F.	15.2	3P-20 A
Compresor para Gas L.P.	15 C.F	42	3P-60 A

Cuadro 32

Protección contra sobrecarga en los motores

Cada motor será protegido contra sobre carga por medio de elementos térmicos en cada fase, y como se trata de motores con régimen de carga no continuo, la capacidad del elemento térmico será de un valor tal, que no exceda del 225 % del valor de la corriente a plena carga.

CALCULO DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO CON RELACIÓN A LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICO (MCA.SQD) CON TRANSFORMADOR DE 75 KVA, EN BAJA TENSIÓN.

Para él cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{I_s}{\% Z} \quad \text{y} \quad I_s = \frac{KVA}{1.732 \times KV}$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de corto circuito en A simétricos.

I_s = Corriente del secundario del transformador.

$\% z$ = Impedancia del transformador 3 %.

Sustituyendo valores:

$$I_s = \frac{75}{1.73 \times 0.220} = 196.06 \text{ A}$$

De donde; $I_{cc} = 533.33 \text{ A}$ simétricos.

Los interruptores termo magnéticos instalados tienen una capacidad interruptora de 42000 y 10000 A simétricos, de acuerdo a la información proporcionada por el fabricante.

SISTEMA DE CONEXIÓN A TIERRA

El sistema de tierras tiene por objetivo:

a.- Proteger contra descargas eléctricas a las personas que se encuentran en contacto contra estructuras metálicas, de la planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla del aislamiento.

b.- Proporcionar caminos francos de retorno de falla para la operación, confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

El sistema de tierra consta de un anillo de cable de cobre desnudo calibre 1/0, instalado dentro de la zona de protección de almacenamiento del tanque, con una conexión a tierra, mediante electrodos de varilla de C. W. de 5/8" x 3.05 m. de largo, ahogados en un material especial (Gem) para reducir la resistencia del suelo, hasta el valor deseado, que en este caso se requiere sea de un Ohm.

El sistema general de tierras, está unido entre sí por medio de conectores soldados, con lo cual se evitan las fallas en su conductividad, aunque estén sometidos a la humedad del suelo, y conectan al tanque de almacenamiento, líneas conductoras de Gas L.P., motores

de bombas y compresor de Gas L.P., básculas, tomas de recepción, suministro y de los vehículos que hagan uso de ellas.

De acuerdo a la tabla de las recomendaciones prácticas de la IEEE (Grounding of Industrial and Comercial Power Systems)

La resistencia a tierra para una varilla será:

$$R_g = (P/2 \times 3.1416 \times 1) \times \ln(x \ 4L/A) - 1)$$

$$R_g = 50 \times 2 \times 3.1416 \times 3) (\ln (4 \times 3 / 0.019) - 1)$$

La Resistencia a la tierra para cuatro varillas sera:

$$R_g = 14.4/\text{No. de varillas} = 3.6 \text{ Homs} \quad R_g = 3.6 \times F = 4.89 \text{ Ohms.}$$

Donde:

P = Resistividad dentro del terreno en Ohms-m

R = Resistencia en Ohms

A = Radio de la varilla en metros

R_g = Resistencia a tierra en Ohms

L = Longitud de la varilla en metros

Ln = Logaritmo natural

F = Factor de multiplicación para múltiples varillas.

EQUIPO A PRUEBA DE EXPLOSIÓN

ÁREAS PELIGROSAS

De acuerdo a las disposiciones correspondientes se consideran áreas peligrosas en las plantas de almacenamiento, todas las zonas en las cuáles haya manejo de Gas L.P. o de vapores inflamables que correspondan a las zonas de trasiego y almacenaje, dentro de un área de 15.0 m lineales a partir de las mismas.

- a. Todos los motores de las bombas y compresores para gas, así como las luminarias y estaciones de motores y cualquier otro equipo que opera dentro de la zona de riesgo de gas, hasta de una distancia de 15.0 m perimetralmente a ella serán del tipo “a prueba de explosión”, propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (Clase I grupo D).

- b. Así mismo las tuberías de las instalaciones eléctricas serán conduit IMC (tipo semipesado) roscado y las cajas de conexión, serán condulets a prueba de explosión marca Domex.
- c. Finalmente, todas las alimentaciones eléctricas a motores, estaciones de botones, apagadores y equipos complementarios, llevan un sello tipo “Y” a prueba de explosión, mca. Domex, para aislar de chispa o flama al equipo eléctrico de la tubería que lo alimenta y evitar una explosión, en caso de haber mezcla explosiva presente.

Todos los equipos y materiales que integran las instalaciones eléctricas cumplen con la Norma Oficial Mexicana, respectiva y están debidamente autorizados

3.6 Rutas de traslado de los materiales de alto riesgo: Descripción de la ruta habitual y en su caso de las rutas alternativas

La ruta de traslado del gas L.P. hacia la plana es a través de la Terminal de Distribución de Gas Licuado en Zapotlanejo, Jalisco, ubicada a una distancia de 45 km al sureste en línea recta. Su recorrido del auto-tanque iniciaría al salir referida Terminal, tomando la autopista Guadalajara-Morelia en su carril con dirección a Guadalajara (Oeste) a una distancia de 12.51 km se entronca con la autopista Guadalajara-León y se recorre hacia el noreste por una distancia de 43.81 km, a llegar al ingreso a la ciudad de Tepatitlán de Morelos, se gira hacia el Este y se entronca con la carretera Tepatitlán Yahualica, y se recorre por una distancia de 9.09 km para llegar a la planta de Distribución de gas L.P. En este punto se gira hacia el oeste en la terracería llamada camino al Rancho El Encino, donde se ingresará al a planta tras recorrer 26 m de distancia. Una vez descargado el combustible, el transporte rodeará la zona de almacenamiento para de nuevo salir hacia el camino de terracería e incorporarse de nuevo a la carretera para su retorno a la Terminal en Zapotlanejo, Jalisco.

No existen rutas alternativas de ingreso a nuestra planta. (ver mapa proyecto civil).

Los planos de soporte de la información vertida en este capítulo se ubican en los anexos de este estudio.

Tabla 10. Resumen de las características del sistema de transporte por medios distintos a ducto

Tipo	Origen	Destino	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad (m ³ o barriles)	Sustancia Peligrosa	Guía de respuesta en caso de emergencia (Guía Naranja ¹)		Código IMDG ²		Condiciones de transporte	
						No. de identificación de Riesgo	No. de guía	Clase o división	No. ONU	Presión kg/cm ²	Temperatura °C
Terrestre	Terminal de Distribución de gas L.P. en Zapotlanejo, Jalisco	Las Azules, municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco	Auto-tanque	38 m ³	Gas Licuado de petróleo	1075	115	----	----	7	Ambiente

Tabla 11. Resumen de Sustancias Peligrosas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (Ton/Día)	Máxima de transporte (Ton/Día)	Máxima de almacenamiento (Ton)		
GAS L.P.	68476-85-7						42.5 m ³	19,000 ppm	59.652 ton/día	18.126 ton/día que es igual a un transporte por día	59.625 ton/día	Tanque	59,652 kg

Datos de seguridad (MSD) de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo

Nombre comercial:	Gas Licuado de Petróleo
Sinónimos:	Gas L.P., Gas Propano-Butano
Nombre químico:	Gas Licuado de Petróleo
Formula química:	Gas orgánico compuesto por una mezcla de butano (C ₄ H ₁₀)30% y propano (C ₃ H ₈) 70%
Estado físico:	Gaseoso/Líquido.
Peso molecular:	53.837 (NIOSH, 1987)
Gravedad específica:	0.530
Punto de ebullición:	-10° F inicial
Temperatura del líquido en proceso:	7.5°C
Límite inferior de inflamabilidad:	Propano 2.4% Butano 1.9% Gas L.P. 2.2%
Limite Superior de Inflamabilidad:	9.5% 8.4%
Punto de inflamación:	-74° C
Presión del líquido en el proceso:	4/9 Kg/cm ²
Reactividad al agua:	Ninguna
Estado físico:	Gaseoso/Líquido
Color:	Incoloro
Olor:	Inoloro
Productos de combustión	El Gas L.P. en caso de ignición produce CO ₂

Clasificación del gas L.P. por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación

- Muy sensible a descargas de energía estática, produciendo explosividad.
- No presenta reacción con el agua
- Presenta potencial oxidante

Estabilidad del gas L.P.

Es una sustancia estable en condiciones de presión menores a 14 Kg/cm²

Incompatibilidad

Es incompatible con sustancias que generen o emitan calor

Descomposición en componentes peligrosos

Cuando entra en ignición, el gas L.P. se descompone en CO₂ y CO

Polimerización peligrosa

No aplica

Condiciones a evitar

- Materiales o fuentes de calor
- Fuentes de energía estática

Corrosividad

El gas L.P. se clasifica como una sustancia poco corrosiva.

Radiactividad

El gas L.P. no presenta ningún tipo de radioactividad.

Hoja de seguridad del Gas L.P.

Un tóxico o veneno es cualquier sustancia que al ser ingerida, inhalada, absorbida o aplicada a la piel o al generarse dentro del cuerpo en cantidades relativamente pequeñas produce lesión al organismo por su composición química. La intoxicación por inhalación e ingestión de materiales tóxicos, en forma accidental o en forma inevitable, constituye un problema importante para la salud.

Los daños por gas L.P. pueden ser por intoxicación o por contacto directo con un derrame, el primero se produce por el desplazamiento del oxígeno por el gas derramado en un área determinada, en condiciones de un ambiente cerrado o condiciones atmosféricas estables (viento en calma); en tanto el segundo causa congelamiento en la piel que entre en contacto con la fuga.

SUBSTANCIA	SÍNTOMAS	TRATAMIENTO
Gas L.P.	Sensación de ahogo inicial. (hipoxia) Datos neurológicos variables; letargo, sopor y a veces convulsiones y coma diagnóstico.	Ambiente húmedo, oxígeno
	Diagnóstico. Frecuentemente complicaciones pulmonares (bronconeumonía); los fenómenos neurológicos dependen del tiempo de exposición al gas L.P.	

Cuadro 33

El sistema nervioso tiene una imperiosa necesidad de oxigenarse y mostrará signos de toxicidad, la historia de exposición al gas L.P justificará el tratamiento

Contacto con los ojos: El vapor puede causar irritación, enrojecimiento y corrosión de los ojos.

Contacto con la piel: Puede causar síntomas de congelamiento en la piel y las mucosas corrosión, irritación, enrojecimiento.

Inhalación: El gas L.P en bajas concentraciones puede causar sed y tensión en el pecho; en altas concentraciones puede provocar cefalea, náuseas (dependiendo de la concentración y el tiempo de exposición), midriasis, depresión, debilidad muscular y parálisis, cianosis, respiración rápida y profunda o lenta, parálisis respiratoria, adormecimiento y coma.

Toxicidad

Toxicidad: IDLH	20000 ppm (NIOSH, 1987)
TLV 8 horas	800- 1000 ppm ((C) ACGIH, 1986)
TLV 15 minutos	1250 ppm ((C) ACGIH, 1986)

Tratamiento

Las metas de tratamiento son: 1) eliminar o inactivar el tóxico antes de que se inhale. 2) dar asistencia de sostén; 3) hacer medidas que aceleren la eliminación del tóxico absorbido.

Aspectos Generales del Tratamiento:

Inhalación

- Llevar inmediatamente al sujeto (s) al aire fresco y abrir ventanas y puertas si se encuentran dentro de instalaciones como oficinas, bodegas, etc
- Aflojar las ropas ajustadas
- En caso necesario se administra oxígeno y se presenta paro respiratorio se hacen maniobras de reanimación (respiración artificial)
- Evitar su enfriamiento y cubrirlo con mantas y cobijas
- Conservarlo lo más tranquilo posible
- No darle bebidas alcohólicas en ninguna forma

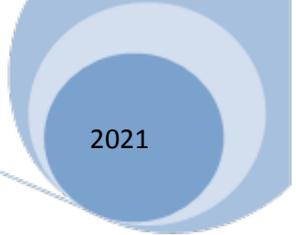
Contacto con la Piel

- Lavar la piel con bastante agua (de regadera, manguera o de llave)
- Aplicar un chorro de agua en la piel, en tanto se quitan las ropas
- Limpiar lo mejor posible la piel con agua; la rapidez en el lavado tiene enorme importancia para aminorar la extensión de la lesión

Daño genético

- El gas L.P. no es cancerígeno, no teratogénico, ni embriotoxico, ni mutagénico

En la siguiente página se anexa la hoja de seguridad del gas L.P. emitida por PEMEX petroquímica básica y de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015.



IV DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

4.1 Aspectos Abióticos del Entorno

4.1.1. Clima

Para caracterizar el clima del sitio donde se ubica la estación se utilizaron los datos tabulados de la estación Tepatitlán de la CONAGUA e históricos del Plan Lerma, cuyas coordenadas geográficas son: 20° 49' Norte y 102° 45' Oeste y a una altitud de 1800 msnm.

De acuerdo al sistema de Köppen (modificado por García) 1973, el clima del sitio donde se encuentra el proyecto es (A) C (w1) (w) a, es decir, semicálido, o sea es el más cálido de los templados C; tiene una relación P/T (precipitación media anual entre temperatura media anual) de 46.0; con un porcentaje de lluvia invernal de 4.1% con respecto a la anual y, con un verano cálido que tiene una temperatura media anual de 19.0° C, aunque el valor más alto se presenta antes de esta estación.

Según el Segundo Sistema de Climas de Thornthwaite, el clima es C2wB'3a', es decir, ligeramente húmedo, con moderada deficiencia de agua invernal con una categoría de temperatura templada cálida y con una concentración térmica en verano de 34.1% (que es la categoría más baja de toda la clasificación).

Temperaturas Mínima, Máxima y Promedio

La temperatura media anual del área de influencia del proyecto es de 19.0° C; la temperatura media mensual más alta se presenta en junio (23.4° C), 28.3 en febrero del 2009 (CONAGUA, 2010) y la más baja en enero (14.4°C) y 1.2 en diciembre del 2010 (CONAGUA, 2010); por lo consiguiente la oscilación media mensual es de 9.0° C.

CUADRO 34: TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS EXTREMAS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MAX	32.0	32.5	35.0	36.5	37.0	36.6	32.1	31.1	33.5	31.6	32.0	30.1	37.0
MIN	-0.6	-6.0	2.1	5.0	7.6	10.5	11.0	11.0	8.0	5.0	2.5	0.5	-6.0
DIF	32.6	38.5	32.9	31.5	29.4	26.1	21.1	20.1	25.5	26.6	29.5	29.6	43.0

CUADRO 35: TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS PROMEDIO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MAX	26.8	30.2	30.4	33.9	34.4	34.3	29.6	29.0	29.3	29.7	29.8	28.0	30.5
MIN	2.0	2.9	5.4	6.6	10.4	12.5	12.9	12.7	11.0	7.8	4.4	3.1	7.6
DIF	24.8	27.3	25.0	27.3	24.0	21.8	16.7	16.3	18.3	21.9	25.4	24.9	22.9

Según la estación Tepatitlán en el Plan de Asistencia Técnica del Plan Lerma Boletín 1, la temperatura más alta que se ha registrado es de 37.0°C (registrada el 22 de mayo de 1953) y la más baja de -6.0°C. (Registrada el 14 de febrero de 1960), por lo consiguiente la oscilación térmica extrema absoluta es de 43.0° C. Sin embargo, las temperaturas máximas

promedio oscilan entre 34.4°C (mayo) y 26.8°C (enero), es decir, son mayores en la estación más seca del año. A su vez, los mínimos promedios oscilan entre 12.9° (julio) y 2.0° (enero).

Precipitación

Mínima, Máxima y Promedio

De acuerdo a la estación Tepatitlán (datos proporcionados por el Plan de Asistencia Técnica), la precipitación media anual de la región es de 874.7 mm (868.9 CONAGUA, 2010) Sin embargo, en 1958 se registraron (1071.6) mm en tanto que, en 1957, se midieron 516.5 mm.

El período húmedo (lapso en el cual la precipitación es mayor que la evapotranspiración) es de poco menos de cinco meses y, se extiende desde la tercera semana de mayo hasta la última semana de octubre. En esta época caen aproximadamente 821.7 mm, que equivale a 93.94 % del total anual. Si se toman en cuenta las estaciones, en el verano caen en promedio 583.7 mm (66.73%), en otoño 83.7 mm (9.57%) y en las otras estaciones 207.3 mm (23.7%).

Cuadro 36: Precipitaciones Promedio, Mínima y Máxima mensuales de acuerdo al Plan Lerma de Asistencia Técnica

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM
P	14.1	1.8	3.1	7.3	26.9	154.1	253.1	195.3	135.3	57.0	19.3	7.4	874.7
Ma	55.0	8.0	29.4	37.0	192.0	230.0	379.2	283.5	280.5	110.5	70.0	48.0	1071.6
Mi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.5	142.0	127.0	69.8	5.0	0.0	0.0	516.5

Según la Estación Tepatitlán la precipitación máxima en 24 horas fue de 99.0 mm y se registró el 20 de junio de 1939 y 93.6 el 4 de julio del 2008, pero en promedio la lluvia máxima en un día es de 42.3 mm en junio.

Dirección y Velocidad del viento promedio

Con respecto a la dirección de los vientos superficiales de la zona y los cuales son los responsables de la distribución de los contaminantes atmosféricos, son del Suroeste con una velocidad promedio de 8 km/h.

	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prom	SW-8	SW/NW-8	SW/NW-8	SW-8	SW/NW-8	SW/NW-8						

CUADRO 37: DIRECCIÓN Y VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO

Humedad Relativa

	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Prom en %	47.5	43.8	41.6	42.4	46.7	62.4	70.6	69.8	68.6	59.9	49.35	49.2	54.3

CUADRO 38: HUMEDAD RELATIVA EN PORCENTAJE

Presión Atmosférica

La presión atmosférica promedio en la zona es de 816 a 824 Hpa en promedio.

4.1.2. Geología

El municipio de Tepatitlán de Morelos se ubica en el umbral de las Provincias Geológicas conocidas como la Mesa Central, la Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Mexicana, esta localización hace que la zona de estudio presente una serie de estructuras geológicas de génesis volcánico, formadas desde el Terciario Medio hasta el Cuaternario.

El área de estudio se localiza en la Planicie ondulada de Tepatitlán, que es disectada por varios arroyos entre ellos, el Tepatitlán al oriente, al poniente con el arroyo San Pablo, ambos discurren y han excavados sus respectivos valles en este relieve Terciario, e ignimbríticos formado por la Sierra Madre Occidental.

La geología de la región, se define a partir del Terciario inicia con una serie de eventos volcánicos de tipo ignimbrítico ácido pertenecientes a la Sierra Madre Occidental, estos depósitos forman el basamento de la zona, el que ha sido denominado por varios autores como el "Plateau Riolitico".

Esta unidad consta de un depósito ignimbrítico de grandes dimensiones cubierto por derrames fisurales y central de composición basáltica provenientes de las primeras fases de actividad del sector occidental de la Faja Volcánica Mexicana durante el Cuaternario.

Esta actividad cuaternaria de la Faja Volcánica, se dio paralelamente con una serie de movimientos tectónicos que afecto a todo el "Plateau", dando origen a una sucesión de

áreas deprimidas que forman cuencas de sedimentación y bloques levantados, esta morfología es la que caracteriza actualmente a la zona de los Altos de Jalisco.

Específicamente la zona estudio, se forma al noroeste por una estructura volcánica llamada cerro Las Granadillas, formada por derrames de lava de composición basáltico-andesítica, con textura afanítica, y con un bajo grado de intemperización. Por su grado de desgaste de las rocas en los afloramientos del polígono se infiere una edad Plio-Cuaternaria. Estas rocas presentan procesos de ferziatilización, esto es, lavas intemperizadas, las que forman suelos residuales de diferentes profundidades de color oscuro y ocre, que INEGI los define como Luvisoles férricos de textura fina y Planosoles eutrícos (donde se ubica el sitio del proyecto), que dan la característica paisajística a esta zona donde se construirá y operará la planta de distribución de gas L.P.

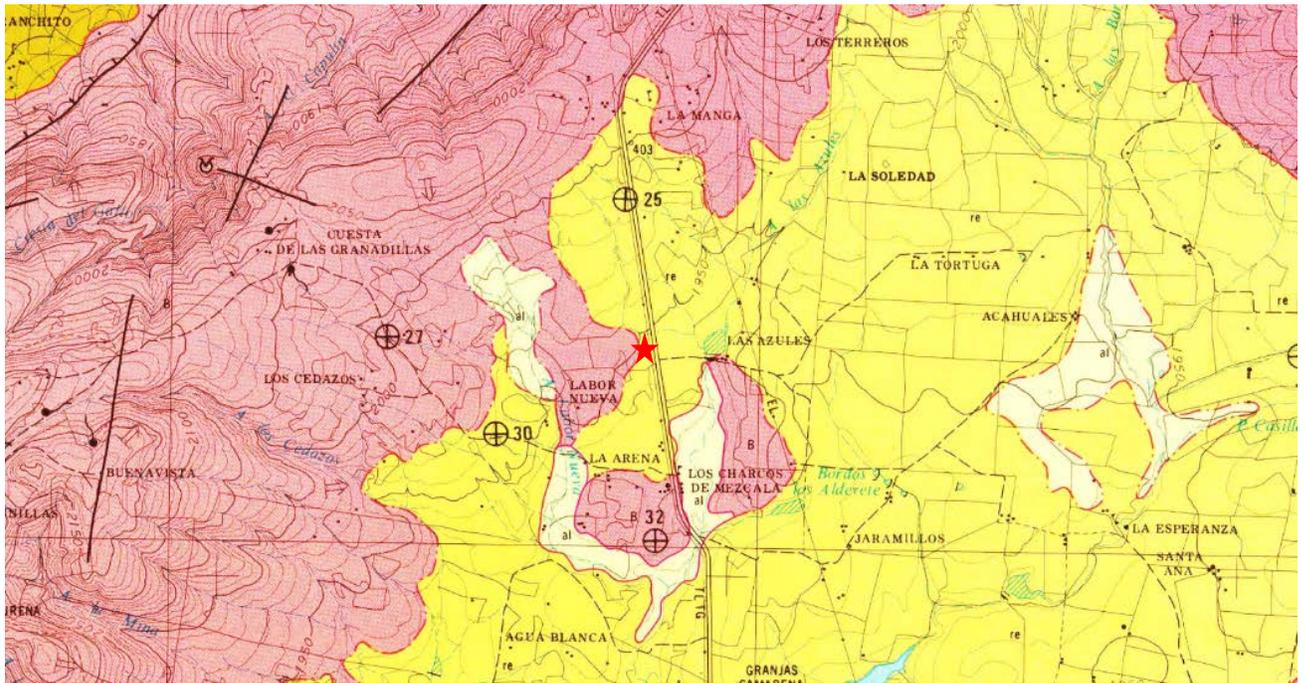


Figura 4. Mapa geológico extraído de la carta geológica F13-D57 Tepatitlán del INEGI, en esta se observa en color rosa la zona cubierta por lavas de composición basáltica (B), y amarillo suelos residuales (re). La estrella roja señala la ubicación del predio donde se construirá la planta de distribución de gas L.P. sobre suelos residuales de textura media a fina.

4.1.3. Geomorfología del Predio y su entorno

Los elementos identificados en:

- a) El trabajo de campo.
- b) En la cartografía del INEGI.
- c) En la información identificada en las fotografías aéreas.
- d) En la imagen de Google Earth Pro.

El sector norponiente del municipio de Tepatitlán de Morelos, es una planicie de materiales vulcano-sedimentarios, formados por derrames de lava básica intemperizada proveniente del cerro Las Granadillas. Este material petreo ha sido intemperizado en los pasados 10 Ma y formado una capa de suelo residual de color ocre, en la cual se ha formado una red fluvial de tipo dentritico de poca profundidad, dando un relieve conformado por una planicie de baja pendiente, tal y como se muestra en la sección de la siguiente imagen.

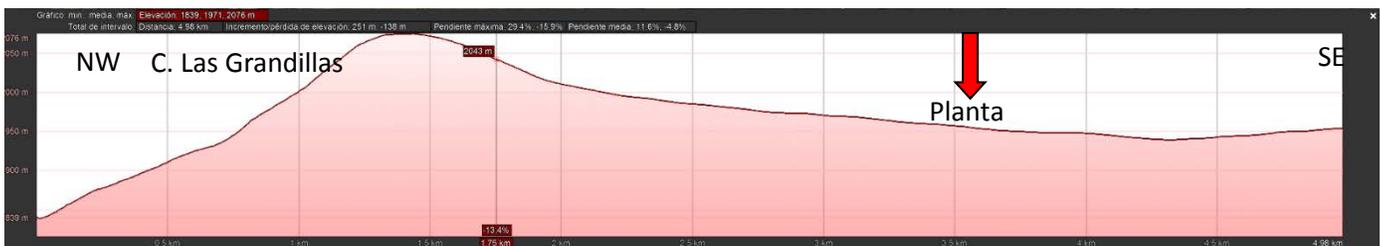


Figura 5. Perfil topográfico Noroeste-Sureste, donde se aprecia la elevación del Volcán Las Granadillas, en la planicie se muestra la ubicación del predio donde se construirá la Planta de Distribución (flecha roja).

El predio donde se localizará las instalaciones se constituye por una planicie con una altura promedio de 1960 msnm y pendiente del 2.5% al SE, tal y como se observa en la siguiente imagen.



Figura 6. Fotografía del entorno del predio en su zona rústica y pecuaria, en donde se observa la planicie que forma el relieve de la zona donde se emplazará la Planta de Distribución de Gas L.P.

4.1.4. Edafología

El proyecto se desarrollará sobre un predio con un suelo clasificado como un planosol eutríco $We/3$, con una textura fina. Las características de estos suelos son las siguientes:

Generalidades

Los Planosoles son suelos con un horizonte superficial de color claro que muestra signos de estancamiento de agua periódico y suprayace abruptamente un subsuelo denso, lentamente permeable con significativo incremento de arcilla respecto del horizonte superficial. La clasificación de suelos de Estados Unidos acuñó el nombre Planosoles en 1938; su sucesor, la Taxonomía de Suelos de Estados Unidos, incluye la mayoría de los Planosoles original en los Grandes Grupos de Albacualfes, Albacuultes y Argialboles

Procesos Generales de Formación del Suelo

Estos suelos se caracterizan por tener una evolución climática más o menos acentuada.

La génesis de esta clase de suelos está caracterizada por un doble proceso:

- i).- Maduración de la materia orgánica.
- ii).- Formación de limo-arcilla.

Estos procesos están marcados o condicionados por la existencia de fuertes contrastes estacionales de la humedad y del edafoclima, bajo la presencia de cantidades importantes de bases alcalinotérreas (calcio y magnesio). Este doble proceso conduce a la formación de un complejo areno-limo-arcilloso muy específico que es característico de estos suelos.

El proceso de la maduración de la materia orgánica es una estabilización físico-química muy intenso debido al tipo de clima contrastante (una época seca y otra húmeda), donde los ácidos fúlvicos y los ácidos húmicos no sólo son más solubles y suaves, sino que además cubren alternativamente fases de polimerización-despolimerización durante las cuales los ácidos fúlvicos se transforman en ácidos húmicos y viceversa.

Para que este proceso suceda, es necesaria la presencia de un clima "controlado", donde la época húmeda tenga un volumen promedio pluvial y superior a 425 mm de lluvia efectiva en no menos de cinco meses y, en segundo lugar, debe o debió de existir un bosque caducifolio asociado a un matorral y pastizal con una alta cobertura, es decir, se requiere de una cubierta vegetal de tipo mejorante. Esta materia orgánica es por naturaleza biodegradable en mayor grado y se descompone más o menos rápidamente, suministrando nitrógeno a los organismos del suelo para la mineralización primaria, favoreciendo así a la formación de un humus de tipo Mull.

Connotación: Suelos con un horizonte superficial de textura gruesa abruptamente sobre un subsuelo denso y de textura más fina, típicamente en tierras planas estacionalmente anegadas;

del latín planus, plano.

Material parental: Principalmente depósitos aluviales y coluviales limosos y arcillosos.

Ambiente: Estacionalmente o periódicamente saturados, áreas planas (plateau), principalmente

en regiones subtropicales y templadas, semiáridas y subhúmedas don vegetación de bosque liviano o pastos.

Desarrollo del perfil: La estratificación geológica o pedogénesis (destrucción y/o remoción

de arcilla), o ambos, ha producido un suelo superficial de color claro, textura relativamente gruesa, abruptamente por encima de un subsuelo de textura más fina; la percolación de agua descendente impedida causa condiciones reductoras temporarias con un patrón de color stágnico, por lo menos cerca del cambio textural abrupto.

Las especies vegetales que proporcionan la materia prima para el desarrollo de este proceso se le denomina mejorantes debido a la alta solubilidad de las fulvinas y huminas que forman y a la concentración de iones alcalinotérreos que liberan al medio.

Por lo tanto, la descomposición de la materia orgánica tiene una importancia fundamental en la génesis de estos suelos, debido a riqueza de nitrógeno expresada en la relación C/N y por el contenido de compuestos hidrosolubles y polisacáridos, elementos que estimulan el desarrollo intensivo de la microflora edáfica.

Ahora bien, la vegetación natural de un sitio determinado no es independiente de la composición del material mineral, de tal forma que una vegetación de tipo mejorante se desarrolla sobre materiales edáficos que contengan cantidades altas de minerales alterables. Un material que es prolífico en minerales alterables contiene y libera durante el proceso de alteración cantidades significativas de iones de potasio, calcio, magnesio, fósforo, sílice, fierro y aluminio; siendo la hidrólisis el principal proceso de alteración de estas.

De acuerdo con las características climáticas, la roca madre de esta formación de suelos sufre una transformación bioquímica progresiva, principalmente de los filosilicatos originales a través de una hidrólisis neutra.

La hidrólisis neutra tiene lugar en un medio saturado; las bases alcalinoterreas actúan por intercambio, provocando la eliminación parcial y progresiva de los iones potasio interfoliares, de ahí la existencia dominante de plantas leñosas en estos ambientes. Al mismo tiempo, se realiza una oxidación parcial de los iones de fierro de los minerales, produciéndose únicamente una degradación muy limitada, resultando arcillas de tipo 1:1 (illitas). Esta transformación moderada está muy próxima a un proceso de herencia, el cual es la característica fundamental para la formación de horizontes cámbicos, óxicos o ambos.

Propiedades Físicas

Generalmente la textura de estos suelos es limo-arcillosos.

La densidad aparente de estos suelos es alta (1.52 gr/cm^3), disminuyendo en profundidad. Esto es, que la porosidad se incrementa con la profundidad debido a la presencia de piedras las cuales modifican las relaciones hídricas del suelo. La densidad real de estos suelos es de 2.63 gr/cm^3 , la cual es muy similar a la obtenida en una muestra de lutita sin alterar.

La capacidad de retención de humedad de estos suelos es muy alta, obteniéndose en promedio una capacidad de 52% de agua útil.

Características Químicas

De acuerdo a los análisis químicos que se les practicaron a las muestras de suelos, estos revelaron que la reacción del suelo era moderadamente ácida ($\text{pH}=5.95$), el contenido de materia orgánica es muy alto ($\text{MO}=2.54\%$) cuando existe una cubierta de matorral o pastizal, en este caso la materia orgánica es de 1.1% en las áreas no pavimentadas dado su uso previo de corral de ganado vacuno y una moderada capacidad de intercambio cationico con un alto porcentaje de saturación de bases. No existe aluminio intercambiable ni manganeso soluble en esta subclase de suelos.

Propiedades de Diagnostico

Esta clase de suelos manifestaron dos características importantes y una aditiva de este grupo. El perfil de suelos presentó primeramente la presencia de un horizonte limosos no iluvial, así mismo en adición presento un contenido de materia orgánica baja y un porcentaje de saturación también alto. Estas características son suficientes para separarlo del grupo de los moderadamente desarrollados y orgánicos.

Subclases Genéticas de Suelo

No se encontró ninguna subclase de suelo.

Distribución

Este tipo de suelo cubre la totalidad del predio, que de acuerdo a la morfología se ubica sobre una planicie fluvio-lacustre, la cual es una unidad estable.

Tipo de Perfil

Los suelos de esta asociación presentan un perfil de tipo A (B) CR, lo cual indica un grado de evolución mayor que los suelos de la zona acolinada al noroeste. La presencia del horizonte

B en formación es indicativa de un proceso de formación de limo *In Situ*, sin iluviación.

Características Distintivas

Las características sobresalientes de este tipo de suelos son las siguientes:

- 1).- Profundidad del suelo 132 cm.
- 2).- Densidad aparente 1.52 gr/cm³.
- 3).- Densidad real de 2.63 gr/cm³.
- 4).- Textura limo-arcillosa.
- 5).- Reacción moderadamente ácida (pH=5.95).
- 6).- Capacidad de intercambio cationico 12 Meq/100 gr.
- 7).- Porcentaje de saturación de bases de 65%.
- 8).- 1.1% de materia orgánica.
- 9).- Relación carbono nitrógeno 23.

Fertilidad natural

De acuerdo a los datos del laboratorio, la fracción fina del suelo tiene una fertilidad natural moderadamente baja.

Drenaje Interno

El drenaje interno de esta unidad de suelos es lento, debido a la presencia de limo-arcilla en el perfil.

4.1.5. Hidrología

Hidrológicamente el predio propuesto para la construcción y operación de la planta de distribución de gas L.P. se localiza en la Región RH12 Lerma-Santiago, cuenca Río Verde Grande, en la subcuenca "d" "Río Tepatitlán". La microcuenca donde se ubica el predio se forma por un escurrimiento de segundo orden, el cual hace coalescencia con el arroyo Las Azules que drena de sur a norte de la zona, donde ambas microcuencas forman el sistema ambiental ya descrito previamente.

El área que cubre esta microcuenca directa es de 1.25 km², con un perímetro de 6.24 km, su elevación máxima está a 2,012 msnm y altura mínima es de 1950 msnm, con una elevación media de 1,981 msnm, lo que nos da una pendiente media de 2.65%, el cauce principal mide 2.683 km y se presenta un tiempo de concentración de 27.42 minutos.



Figura 7 . Imagen con la delimitación de la pequeña microcuenca (zona en azul), formado por un escurrimiento temporal de segundo orden que drena de noroeste al sureste del área de estudio. Este arroyo hace coalescencia con el arroyo Las Azules que drena de norte a sur y ambos son aprovechados para formar un bordo llamado del mismo nombre, utilizado para uso agropecuario del sitio. La ubicación del predio que ocupará la planta de distribución se señala con el recuadro rojo.



Figura 8. Fotos que muestran las características del arroyo de segundo orden localizado a 2.08 m del sur del límite del predio del área de estudio.

Cuerpos de Agua

La microcuenca solo presenta escurrimientos superficiales de tipo laminar, el cauce de un arroyo de segundo orden y una serie de pequeños bordos aguas arriba y el bordo Las Azules ubicado al oriente.



Figura 9. Bordo Las Azules localizado al oriente de la zona de estudio.

Determinación de los volúmenes de escorrentía y el gasto hidráulico de la microcuenca.

Cuadro 13. COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO

USO DEL SUELO	SUPERFICIE	%	CE	TOTAL
Rústico-Pastizal	1'250,000 m ²	100	0.20	250,000

Cuadro 40

Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la microcuenca y la precipitación media de la región, se estimó el escurrimiento medio anual mediante el modelo de Criguin modificado, siendo los resultados:

$$Vm = 1'250,000 * 0.8747 * 0.20 = Vm = 218,675 \text{ m}^3 \text{ anuales en la microcuenca}$$

Ahora bien, el escurrimiento en la cuenca en tormentas intensas como la máxima registrada

en la zona fue el 20 de junio de 1939 con 99 mm en 24 horas es de:

$$Vm = 1'250,000 * 0.099 * 0.20 = Vm = 24,750 \text{ m}^3 \text{ en 24 horas.}$$

El escurrimiento en el predio donde se construirá y operará la planta de distribución tanto en el promedio anual como en tormentas intensas como la máxima registrada en la zona de 99 mm en 24 horas es de:

$Vm = 4,626.69 * 0.8747 * 0.80$	$Vm = 4,626.69 * 0.099 * 0.80$
$Vm = 3,237.5 \text{ m}^3 \text{ anuales en el predio}$	$Vm = 366.43 \text{ m}^3 \text{ en 24 horas}$

Cuadro 41

Hidrología Subterránea

De acuerdo con CONAGUA (2018) las unidades hidrogeológicas de esta área se determinaron de acuerdo a las características de porosidad y permeabilidad. La unidad de rocas riolíticas del Terciario, que comprende a las tobas e ignimbritas, presentan una permeabilidad secundaria producida por fracturas y diaclásas, esta unidad se explota en el norte de la zona de estudio, en los alrededores de la población de San Miguel El Alto, por medio de pozos que tienen en promedio un gasto de 151.1 lps.

La unidad de depósitos continentales del Terciario, en algunas partes presenta alta capacidad de infiltración y mucha permeabilidad, por lo que en la zona de estudio se encuentran formando acuíferos libres. Otra unidad ampliamente distribuida en la zona de estudio está representada por rocas extrusivas básicas; se trata posiblemente de la unidad volcánica más importante de la región, ya que constituye considerables áreas de recarga; y en las partes donde se encuentra sobreyaciendo a rocas impermeables que le sirvan de confinante inferior, puede formar acuíferos libres.

Finalmente, se tiene la unidad de rellenos aluviales del Cuaternario, con afloramientos muy restringidos y en donde los aprovechamientos consisten principalmente en norias.

De acuerdo con las características de la zona y pozos artesianos cercanos, el nivel freático en la zona de estudio se ubica a 60 m de profundidad y por las características geomorfológicas y estructurales de la zona, las aguas subterráneas tienen una dirección de flujo hacia el sureste. La CNA (1999) menciona que existen entradas por flujo subterráneo por lo menos de 32.1 Mm^3 anuales provenientes del intenso fracturamiento que presenta el material volcánico que se encuentra en el subsuelo.

4.2. Aspectos del Medio Biótico del entorno

Jalisco es un Estado en donde, por su ubicación, relieve, clima y suelo entre otros factores favorecen el establecimiento de casi todos los tipos de vegetación que se han descrito para la República Mexicana. El hecho de agrupar las especies vegetales en asociaciones diferentes, es aceptar que los individuos de una misma unidad comparten las condiciones necesarias para su establecimiento, desarrollo y propagación, o como Margalef (1997) lo menciona " Una asociación correspondería a la descripción de un segmento de ecosistema razonablemente uniforme para que las distintas muestras puedan considerarse como repeticiones casi aleatorias, de modo que el conjunto se puede representar adecuadamente por sus valores medios".

Existen varias clasificaciones para identificar los tipos de vegetación dependiendo de la finalidad, profundidad y de las características tomadas en cuenta al momento de realizar el estudio. La Secretaría de Programación y Presupuesto a través del Departamento de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL; INEGI) describió 28 asociaciones principales y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en su Cartografía Sinóptica menciona 15 grandes grupos, cada uno de los cuales puede tener subdivisiones entre sí.

Como los conceptos de la mayoría de las asociaciones son parecidos, se debe trabajar con una sola clasificación para homogeneizar los datos. De esta manera tomando en cuenta la información y después de analizarla, se utilizó para el estudio la propuesta realizada por Rzedowski en 1979, pues no sólo es sencilla de emplear, sino que sus descripciones de la vegetación encajan perfectamente con las zonas vegetacionales presentes en el territorio municipal.

Como ya se ha descrito anteriormente el predio en donde se localiza la Planta de Distribución de gas L.P., de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V., así como los predios del entorno presentan un uso rústico, pastizales, agrícolas de temporal y usos de servicios asociados a las actividades agropecuarias en un radio de 1000 m, la mayor parte de las actividades agrícolas y pecuarias tienen una antigüedad de por lo menos 200 años, ello ha generado que la vegetación original de la zona haya desaparecido por estas actividades primarias. Las especies vegetales observadas en el predio, todas son comunes y de amplia distribución en Jalisco y en el municipio.

Actualmente la vegetación identificada en el predio es de tipo secundario, presentando una cobertura vegetal aproximada del 100%, por pastos y algunas herbáceas y cuatro arboles de tamaño medio, identificados como dos ceibas, un fresno y un sauce llorón.

Nombre vulgar	Nombre científico	N° identificado en el sistema ambiental	Árboles a retirar	Se encuentra en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Pastos				NO
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	6		NO
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	2 se ubican en la esquina NE del predio	0	NO
Sauce llorón	<i>Saliex babylonica</i>	1 se ubica en el sector sureste del predio	0	NO
Fresno	<i>Fraxinus udhei</i>	1 se ubica en el sector centro oriente	0	NO

Tabla 12

En el terreno ubicado al norte del límite del predio de nuestra empresa se identifica un Quercus que no será afectado por el proyecto de construcción de la planta, cabe referir que una parte del arbolado está afectado por muérdago.



Fig. 10. Las tres primeras imágenes corresponden a los cuatro árboles de talla pequeña y media que existen en el predio (dos ceibas, un fresno y un sauce llorón), así como los Quercus ubicados de forma aislada en los predios vecinos, ninguno de estos será afectados por el proyecto de construcción y operación de la planta de distribución de gas L.P.



Fig. 11. El predio en donde se construirá la planta de distribución tuvo un embarcadero de ganado vacuno y actualmente abandonado, forma parte de una planicie volcano-sedimentaria que se encuentra cubierta por herbáceas de temporal y cuatro árboles.

Las obras de construcción de la planta no afectaran ninguna especie vegetal. En el sitio no se reportan especies el peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna Terrestre

Los estudios faunísticos en México, han presentado serias dificultades en su realización; ya sea por la carencia de bibliografía e información sobre algunos grupos taxonómicos, como por la problemática que representa el efectuar dichos estudios (por su duración y por su costo principalmente). Sin embargo, muchos son los trabajos reportados sobre inventarios faunísticos en la República Mexicana y por medio de ellos sabemos que el país se encuentra catalogado como una de las regiones más ricas en cuanto a diversidad faunística.

Desafortunadamente, esta diversidad faunística se encuentra mínimamente representada en la zona de estudio. En este lugar, **el medio ambiente natural ha sido totalmente perturbado y actualmente el área se encuentra desforestada por lo que gran parte de la fauna original se perdió totalmente.** No se aprecian especies que representen algún valor comercial o que sean de importancia por su rareza o por estar amenazadas o en peligro de extinción. La fauna que actualmente se encuentra en el área es, si se le puede considerar así, de acompañamiento, ya que son especies que fueron introducidas directa o indirectamente por el hombre y por actividades agropecuarias.

En el trabajo de campo no se encontraron indicios de presencia de mamíferos, las personas que laboran en las parcelas cercanas comentan de avistamientos pequeños mamíferos como ardillas, ratones de campo y conejos.

Nombre común	Nombre científico	Imagen	Se encuentra en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>	 <p>Información general Su cuerpo mide entre 20 y 30 cm y su cola entre 15 y 25 cm. Pesa de 250 a 340 g. Su pelaje es de color rojizo. Cuando llega el invierno aparecen unos penachos de pelos en las orejas. En sus patas anteriores o manos tiene cuatro dedos mientras que en las posteriores tiene cinco. No presentan dimorfismo sexual.</p> <p>Información taxonómica Animales Reino Animalia Cordados Filo Chordata Vertebrados Subfilo Vertebrata Mamíferos clase Mammalia Roedores Orden Rodentia Ardillas Y Parientes Familia Sciuridae Subfamilia Sciurinae Ardillas de Árboles Tribu Sciurini Ardillas de Árbol Género Sciurus Ardilla Roja Sciurus vulgaris</p>	NO

<p>Ratón de campo</p>	<p>Apodemus sylvaticus</p>	 <p>El ratón de campo es un pequeño roedor, de unos 8 a 10 cm de longitud, más otros 8 a 10 si se incluye la cola. Esta está desprovista de pelo y siempre es igual o mayor que el resto del cuerpo. La coloración del animal es amarillo-rojiza en la parte superior, mientras que el vientre es blanquecino y está claramente delimitado por el color. El macho suele ser mayor que la hembra, aunque no se puede considerar que exista dimorfismo sexual. Los ojos son grandes y oscuros, la cabeza es grande y alargada y las orejas también son más grandes, lo que posibilita su diferenciación de ratones del género Mus.</p> <p>Casi totalmente nocturno, vive en oquedades diversas o bien en madrigueras, excavando cámaras y galerías. Su longevidad muy raramente excede de los 2 años, y durante el invierno no experimentan letargo, sino que se van alimentando de las reservas almacenadas anteriormente. Su alimentación consiste en semillas de cierto tamaño, frutos y bayas, principalmente, aunque también pueden consumir pequeños invertebrados y brotes tiernos de plantas. Los frutos secos recientemente afectados por el ratón de campo pueden identificarse por presentar una corona en uno de sus vértices y un corte redondo. Lo provoca la costumbre de agarrar los frutos con las extremidades delanteras al consumirlos.</p>	<p>NO</p>
-----------------------	----------------------------	---	-----------

<p>Conejo</p>	<p>Oryctolagus cuniculus</p>	 <p>Información general Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. Oryctolagus cuniculus. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. Autor: Jorge Álvarez Romero y Rodrigo A. Medellín Legorreta Correo electrónico: jalvarez@xolo.conabio.gob.mx, medellin@miranda.ecologia.unam.mx Mapa: De distribución original: Grzimek, 1992, Kingdon, 1997 De distribución exótica: UNAM-SARH 1991, NMNH, ICD, López-Forment et. al., 1996. Fecha de publicación: 07/02/2005 Información taxonómica Reino: ANIMALIA Phylum: CHORDATA Clase: MAMMALIA Orden: LAGOMORPHA Familia: LEPORIDAE Nombre científico: Oryctolagus cuniculus Linnaeus, 1758</p>	<p>NO</p>
---------------	------------------------------	--	-----------

		Nombre común Common rabbit. Inglés. Conejo doméstico. Español. Domestic rabbit. Inglés. Old world rabbit. Inglés.	
--	--	---	--

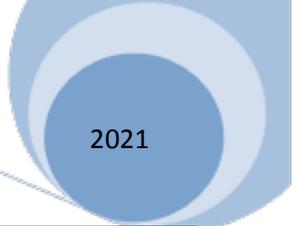
Fuente: CONABIO, Nota: cabe hacer la aclaración que sólo se describen especies de la clase vertebrada

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS ESPECIES IDENTIFICADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO
 AVES DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO**

Nombre común	Nombre científico	Imagen	Se encuentra en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Coquita o conguita	Columbina passerina*	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Mariano Antonio Pineda Maldonado/CONABIO</p>	NO
		<p>Son pequeños, de no más de 17 cm de largo; su peso es normalmente de 32 g. Los adultos tienen el plumaje del lomo de color gris marrón, con pintas negras. Tienen una apariencia escamada del pecho a la cabeza. La cola es marrón por el centro, con bandas negras en los lados y puntas blancas. El pico es naranja tiznado de negro. En vuelo, sus alas muestran, por debajo, una coloración castaña.</p> <p>El macho adulto tiene la cabeza, el cuello y el pecho rosáceos, el vientre rosa liso y la nuca azul, mientras que la hembra y los juveniles tienen la cabeza, el cuello y el pecho de color gris claro y la nuca gris.</p> <p>Conocidas en México como Coconitas o conguitas.</p>	

<p>Paloma huilota</p>	<p><i>Zenaida macroura</i></p>	 <p>Otros nombres: Paloma huilota, Mourning Dove. Clasificación Taxonómica: Orden: Columbiformes Familia: Columbidae Genero: Zenaida Especie: macroura Descripción: Sexos similares. Esbelta con pecho y abdomen gris café. Pico negro. Alas gris oscuro con puntos negros muy notorios en la parte inferior. Patas rosas. Cola larga y puntiaguda. Un anillo azul pálido alrededor del ojo. El macho tiene la coronilla café claro y unas iridiscencias rosas y azules a los lados del cuello. Distribución: Desde el sureste de Canadá hasta Panamá. En México, residente en el norte y centro, migratoria de invierno en ambas costas y la Península de Yucatán. Comportamiento: Solitaria o en parejas. A veces forma parvadas.</p>	<p>NO</p>
---------------------------	------------------------------------	--	-----------

<p>Cuervo</p>	<p><i>Corvus Corax</i></p>	 <p>Reino: Animalia Filo: Chordata Clase: Aves Orden: Passeriformes Familia: Corvidae Género: Corvus Especie: C. corax (Linnaeus, 1758)</p> <p>El cuervo grande (<i>Corvus corax</i>),[2] anteriormente denominado cuervo común por la SEO[2] y conocido en algunos países como corneja,[3] es una especie de ave paseriforme de la familia Corvidae. Presente en todo el hemisferio septentrional, es la especie de córvido con la mayor superficie de distribución. A pesar de ello, la corneja negra (<i>Corvus corone</i>), de menor tamaño, aunque muy similar en su aspecto morfológico externo, es muy abundante en sus propias áreas de distribución, por lo que a menudo se confunde a las cornejas negras con cuervos grandes. Con el cuervo de pico grueso, el cuervo grande es el mayor de los córvidos y probablemente la paseriforme más pesada; en su madurez, el cuervo grande mide entre 52 y 69 cm de longitud y su peso varía de 0,69 a 1,7 kg. Los cuervos grandes viven generalmente de diez a quince años, pero algunos individuos han vivido 40 años. Los jóvenes pueden desplazarse en grupos, pero las parejas ya formadas permanecen juntas toda su vida, cada pareja defendiendo un territorio. Existen ocho subespecies conocidas que se diferencian muy poco</p>	<p>NO</p>
---------------	--------------------------------	--	-----------



		aparentemente, aunque estudios recientes hayan demostrado diferencias genéticas significativas entre las poblaciones de distintas regiones.	
Zacatero	<i>Amphispiza bilineata*</i>	 <p>Animales Reino Animalia Cordados Filo Chordata Vertebrados Subfilo Vertebrata Aves clase Aves Aves de Percha Orden Passeriformes Rascadores, Zacatoneros, Juncos Y Gorriones Familia Passerellidae Género Amphispiza Zacatonero Garganta Negra Amphispiza bilineata</p>	NO
Zopilote	<i><u>Coragyps atratus</u></i> (Bechstein)	 <p>Animales Reino Animalia Cordados Filo Chordata Vertebrados Subfilo Vertebrata Aves clase Aves Zopilotes Y Cóndores Orden Cathartiformes Zopilotes Familia Cathartidae</p>	NO

	<p>El zopilote negro, buitre negro americano, zopilote, chulo, jote de cabeza negra, zamuro o gallinazo (<i>Coragyps atratus</i>) es la única especie del género <i>Coragyps</i>. Es un ave accipitriforme —aunque algunas clasificaciones lo incluyen en el orden Ciconiiformes—, y uno de los más abundantes miembros de la familia de los buitres del Nuevo Mundo (<i>Cathartidae</i>). Se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el sur de América.</p> <p>A pesar de su apariencia y nombres similares, esta especie no tiene relación con el buitre negro eurasiático (<i>Aegypius monachus</i>). Esta última especie pertenece a la subfamilia de los buitres del Viejo Mundo (<i>Aegypiinae</i>), que es a su vez parte de la familia <i>Accipitridae</i> (la cual incluye a las águilas, halcones, milanos, gavilanes y aguiluchos), mientras que la especie americana es parte de la familia de los buitres del Nuevo Mundo (<i>Cathartidae</i>). Habita áreas relativamente abiertas que le proveen bosques aislados y tierras con arbustos. Tiene una envergadura de alas de 1,67 m, y un plumaje negro, cuello y cabeza grises y sin plumas, y un pico corto y en forma de gancho.</p> <p>Es un carroñero, pero también se alimenta de huevos y animales recién nacidos. En lugares poblados por el hombre se alimenta además en basureros. Encuentra su alimento usando su aguda vista o siguiendo a otros buitres que poseen el sentido del olfato. Al faltarle la siringe —órgano vocal de las aves—, los únicos sonidos que puede producir son gruñidos o siseos de frecuencia baja. Pone sus huevos en cuevas, árboles huecos, o simplemente en el suelo. Generalmente tiene 2 crías al año, que alimenta mediante la regurgitación. En los Estados Unidos, el buitre recibe protección legal por el Migratory Bird Treaty Act. Este buitre apareció además en algunos códigos mayas.</p>	
--	--	--

<p><i>Golondrina común</i></p>	<p><u><i>Hirundo rustica</i></u> <i>Linnaeus</i></p>	 <p>Animales Reino Animalia Cordados Filo Chordata Vertebrados Subfilo Vertebrata Aves clase Aves Aves de Percha Orden Passeriformes Golondrinas Familia Hirundinidae Género Hirundo Golondrina Tijereta <i>Hirundo rustica</i> Symbol question.svg Golondrina común Landsvale.jpg Subespecie europea (<i>H. r. rustica</i>) en Dinamarca. Estado de conservación Preocupación menor (LC) Preocupación menor (UICN 3.1) Taxonomía Reino: Animalia Filo: Chordata Clase: Aves Orden: Passeriformes Familia: Hirundinidae Género: Hirundo Especie: <i>H. rustica</i> Linnaeus, 1758</p>	<p>NO</p>
--------------------------------	---	---	-----------

		<p>Distribución alt= Zona de cría Residente Zona de invernada Zona de cría Residente Zona de invernada</p> <p>La golondrina común o andorina (<i>Hirundo rustica</i>) es una especie de ave paseriforme de la familia Hirundinidae de hábitos migratorios. Se trata de la golondrina con la mayor área de distribución del mundo. Habita en Europa, Asia, África, América y parte de Australasia.</p> <p>Existen seis subespecies de golondrina común, que se reproducen a lo largo del hemisferio norte. Cuatro de ellas son fuertemente migratorias y sus cuarteles de invernada cubren gran parte del hemisferio sur, llegando a Argentina central, Sudáfrica y el norte de Australia. Su vasta área de distribución y enorme población implican que la especie se encuentra fuera de peligro de extinción, aunque pueda haber decrecimientos poblacionales locales debido a amenazas específicas.</p> <p>La golondrina común es un ave de campo abierto que normalmente utiliza estructuras construidas por el ser humano para reproducirse y que, en consecuencia, se ha diseminado con la expansión humana. Construye nidos en forma de taza, con bolitas de barro en graneros y construcciones similares, y se alimenta de insectos que atrapa en vuelo.</p>	
--	--	---	--

<p><i>Gorrión</i></p>	<p><u><i>Passer domesticus</i></u></p>	 <p>Animales Reino Animalia Cordados Filo Chordata Vertebrados Subfilo Vertebrata Aves clase Aves Aves de Percha Orden Passeriformes Gorriones Familia Passeridae Género Passer Gorrión Doméstico Passer domesticus Descripción^{1,2} Descripción de la especie El macho de Passer domesticus tiene la espalda color café con vetas negras. La parte superior de la coronilla es gris, pero los costados de la misma y la nuca son rojizos. La barbilla y la parte superior del pecho son negras y las mejillas blancas. Las hembras y juveniles son menos coloridos. Tiene la coronilla color café grisácea y una franja color café claro o ante en la zona de los ojos. La garganta, el pecho y el abdomen son color café grisáceo y sin vetas (Cornell Lab of Ornithology, 2007).</p> <p>Estrategia trófica Omnívoro P. domesticus consume semillas de gramíneas y cereales cultivados, además de invertebrados y una gran variedad de restos, que incluyen desde pan hasta carne (Perrins, 1990).</p> <p>Comportamiento</p>	
-----------------------	--	---	--

		<p>Conducta Es un ave generalista, es decir, se puede adaptar a una gran variedad de condiciones, incluyendo las creadas por los seres humanos (Garza, et al., 2004). Es una especie gregaria, de hábitos diurnos</p> <p>Agregación</p> <p>Cuidado de crías Cuidado de crías: Tanto el macho como la hembra incuban los huevos por periodos cortos. La incubación dura entre 10 y 14 días (ISC 2011).</p> <p>Reproducción El gorrión doméstico (<i>Passer domesticus</i>) construye su nido con vegetación seca, plumas, papel, etc. La hembra pone los huevos en cualquier momento del período de anidación. Las nidadas pueden presentar de 1 a 8 huevos, con la posibilidad de cuatro nidadas por temporada. La incubación comienza una vez que todos los huevos se han puesto (GISD 2005).</p> <p>Asociaciones</p> <p>Depredadores* Es presa del cernícalo americano (<i>Falco sparverius</i>) y del halcón esmerejón (<i>Falco columbarius</i>) durante su época de migración (Álvarez-Romero et al., 2008).</p> <p>Competencia Compite por el alimento y los sitios de anidación con otras especies de aves, y normalmente llega a desplazarlas. Es fuente de alimento para algunas especies de aves rapaces de tamaño pequeño y es potencialmente portadora de enfermedades</p>	
--	--	---	--

Tabla 13

Fuente CONABIO y www.naturalista.mx/taxa/13858-Passer-domesticus

*Las subespecies ubicadas en el listado no se identificaron en el sistema ambiental del proyecto.

De estas especies identificadas dentro del sistema ambiental, ninguna se encuentra en los listados de especies en riesgo referidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010, “Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo”.

4.3. Susceptibilidad de Riesgos de origen natural y antrópicos a que se encuentra expuesta la zona

Los Riesgos se definen como los daños que pueden sufrir las personas, propiedades y actividades socioeconómicas de una zona determinada, debido a un fenómeno particular. En el caso de nuestro estudio estos serían los sismos, los hundimientos e inundaciones.

Fenómenos Geológicos Susceptibilidad a peligros por sismos

La zona de estudio se encuentra localizada en la meseta riolítica de los Altos de Jalisco, la cual presenta una actividad tectónica neogénica, es decir menos de un millón de años de tipo “pasivo”, esto es, que no todos los sistemas estructurales se encuentran activos, la única referencia que se tiene en campo de movimientos recientes de la corteza superior, es en las fallas geológicas que limitan la fosa de Aguascalientes, las cuales afectan incluso a los sedimentos fluvio-lacustres de la cuenca sedimentaria del río Verde.

Pero a nivel de la zona de estudio, no encontramos ningún dato de campo, que indique la existencia de fallas activas, aparentemente hubo una reactivación hace menos de un millón de años, la cual afecto a los materiales Miocénicos, y a través de estos se emplazaron algunos pequeños volcanes de composición basáltica. Cabe hacer la aclaración que la zona pertenece aparentemente a un bloque que fue elevado, esto puede presentar que se generen a nivel de fronteras interbloques procesos de inestabilidad y con ello actividad micro sísmica asociada, tal y como se registró en la estación analógica de Jesús María perteneciente a la Red BLOJAL del CICESE/Depto. de Geografía de la Universidad de Guadalajara, en el período 1994-1996, para los Altos de Jalisco.

El 4 de febrero del 2003, se sintieron en la zona de Tepatitlán dos sismos el primero con un $M_s = 3.3$ y 120 minutos más tarde se registró otro sismo con un $M_s = 2.9$, ambos reportados por el Sismológico Nacional, ambos no causaron ningún daño al municipio.

Estas características aunadas a la falta de actividad sísmica histórica en la región, hace que esta se considere estable, pero dada su cercanía con las fosas tectónicamente activas de Chapala-Colima-Tepic y la zona de subducción de la costa de Jalisco con la Placa de Rivera, hacen que la región presente un riesgo sísmico de tipo medio, por lo que es prudente tomar medidas precautorias de medidas de mitigación ante un evento sísmico en la zona en donde se ubicará la planta de distribución de gas L.P.

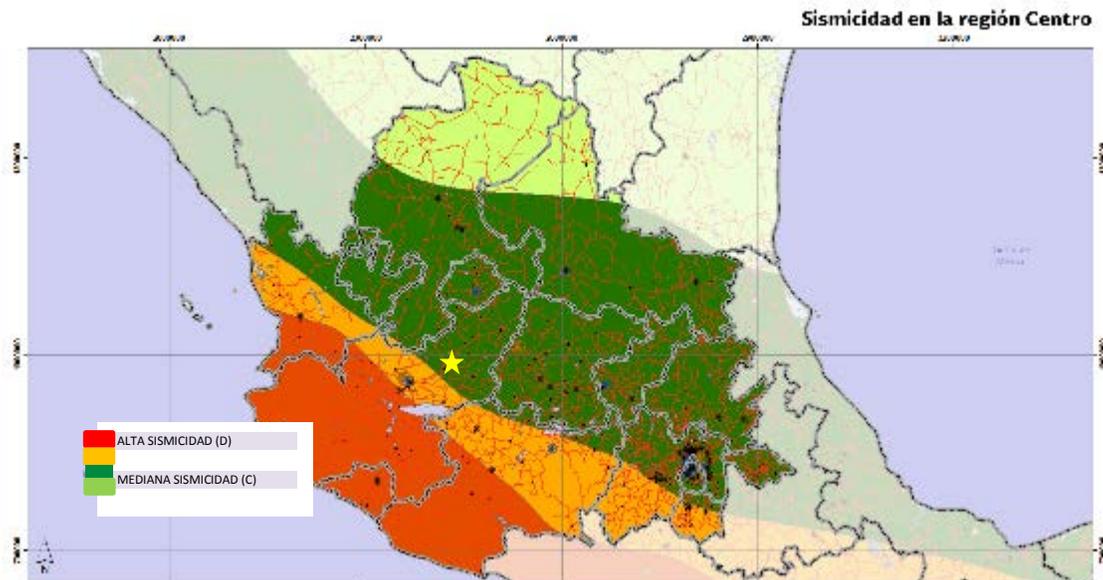


Figura 12. Regionalización sísmica de la región occidente del País, donde se ubica con la estrella amarilla la región donde se localiza el sitio del proyecto de la planta de distribución de Gas L.P., enmarcada dentro de la Zona “B”. Fuente: Regionalización sísmica. Atlas Nacional de Riesgos. CFE-CENAPRED. 2014.

Susceptibilidad a peligros volcánicos

En lo referente a **riesgos de origen volcánico**, en lo referente a la zona de estudio se ubica dentro de la zona donde la actividad volcánica desapareció en el Plioceno, por lo que actualmente no existe riesgo por actividad volcánica en la zona.

Susceptibilidad a peligros a Hundimientos o colapso de suelos

A partir de las características geológicas superficiales determinadas para la zona, se puede establecer que ésta presenta **una moderada susceptibilidad** a sufrir hundimientos, dadas las propiedades litológicas permeables del paquete vulcano-sedimentario sobre el cual se asentará la planta de distribución propiedad de Mas Gas Hidrocarburos.

Susceptibilidad a peligros Deslizamientos

Con respecto a **riesgo por movimientos en masa** (deslizamientos de tierras y caída de rocas), el sitio en donde se asentará el proyecto este está a una distancia de la elevación más cercana está a 2.4 km al NW, por lo que la presenta **un riesgo nulo** dadas las características geológico-geomorfológicas de la zona, las que muestra una baja pendiente que es menor a 2.5°.

Susceptibilidad a peligros por Maremotos

No aplica debido a que la zona no es línea de costa.

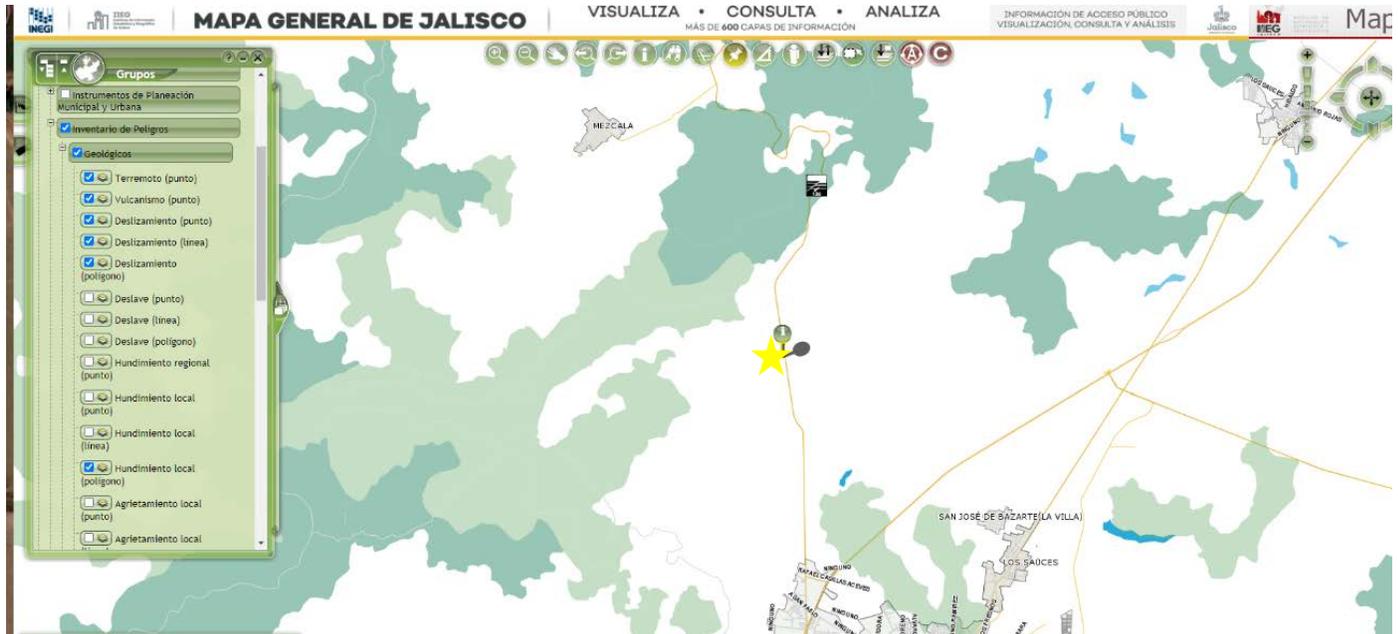


Figura 13. Mapa del Atlas de Riesgos del estado de Jalisco, donde no se marcan riesgos de tipo geológico en el sector norponiente del municipio de Tepatitlán de Morelos y en el entorno de 1000 m de la futura planta, marcada con una estrella amarilla.

Fenómenos Hidrometeorológicos

Susceptibilidad por Lluvias Torrenciales

Según la Estación Tepatitlán la precipitación máxima en 24 horas fue de 99.0 mm y se registró el 20 de junio de 1939; pero en promedio la lluvia máxima promedio en 24 horas es el siguiente:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom
6.7	1.8	1.7	4.5	13.2	42.3	42.1	36.1	35.8	20.2	11.1	5.1	42.3

Cuadro 42: Promedio de lluvia máxima.

Susceptibilidad por Descargas Atmosféricas

La susceptibilidad a afectaciones por rayos durante el temporal de lluvias de acuerdo al Índice de Riesgo (Nr) y posterior selección de un nivel de protección contra las descargas eléctricas atmosféricas que se puedan presentar en la zona de la planta.

Con el fin de establecer el grado de susceptibilidad se realiza el cálculo del índice de riesgo por rayos de acuerdo con la NMX-J-ANCE-2005 Sistemas de protección contra tormentas eléctricas, especificaciones, materiales y métodos de medición.

Cabe referir que la NOM-022-STPS-2008 “Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad”, en su punto 7 Condiciones de seguridad dice:

7.6. Las zonas donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas, deben estar protegidas con sistemas de pararrayos.

*7.7. Deben estar protegidos por sistemas de pararrayos los locales y edificios que por la naturaleza del servicio que prestan **y la densidad de rayos a tierra de la región donde se localicen, requieran de esta protección.***

Con base en el requerimiento de la “densidad de rayos a tierra”, ello nos refiere directamente a la norma NMX-J-ANCE-2005, en donde es su capítulo 4 Especificaciones, señala que las tres partes fundamentales para la aplicación de la norma son:

- a) Valoración del riesgo.*
- b) Diseño del sistema externo de protección (SEPTE).*
- c) Diseño del sistema interno de protección SIPTE, que es el Sistema de Puesta a Tierra, considerando la NOM-001-SEDE-2012.*

Para determinar si el proyecto necesita de un sistema de protección para descargas atmosféricas, se utiliza el punto 4.2 de la NMX-J-ANCE-2005, que dice:

4.2 Valoración de riesgo

La valoración de riesgo es una medida empírica, la cual estima en forma razonable, la probabilidad de incidencia de un rayo directo sobre una estructura tomando en cuenta la complejidad del fenómeno del rayo.

El diseño de un sistema de protección SPTTE debe incluir la valoración de riesgo de la estructura contra la incidencia de un rayo directo, y esta valoración debe realizarse antes de definir las características y ubicación de los elementos constitutivos del sistema externo SEPTE. Los resultados de la valoración de riesgo determinan la necesidad de instalar el sistema externo de protección SEPTE.

4.2.1 Frecuencia de rayos directos a una estructura

Este dato se calcula y el resultado se compara con la Tabla 1 de esta norma, la cual es la frecuencia media anual permitida de rayos directos sobre estructuras comunes.

La frecuencia anual promedio de rayos directos a una estructura (N_o), puede calcularse mediante la ecuación siguiente:

$$N_o = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

En donde:

N_o es la frecuencia anual promedio de rayos directos a una estructura;

N_g es la densidad promedio anual de rayos a tierra por km^2 , (densidad de rayos a tierra, DRT), véase figura 11 y figura 12.

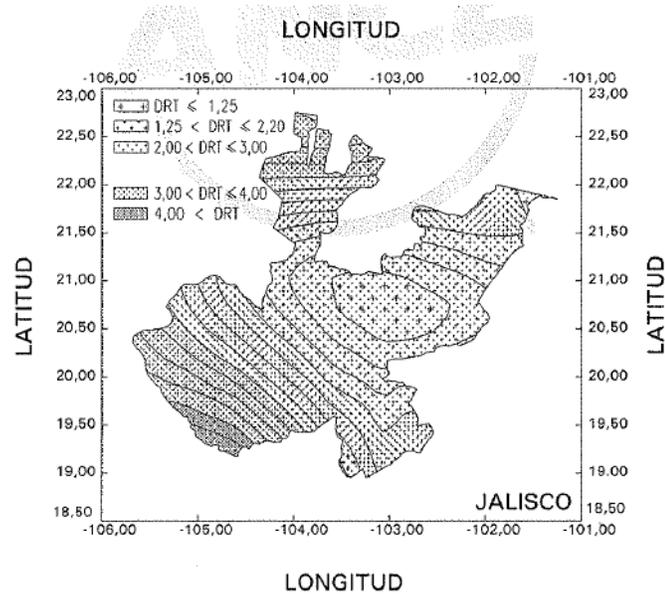


Figura 14

A_e es el área equivalente de captura de la estructura, en m^2 .

$$N_o = 2.00 \times 477.59 \times 10^{-6} = 0.000955$$

Para el caso de la planta de distribución, la frecuencia anual promedio calculada con un área equivalente de captura de 477.59 m^2 , es igual a 0.000955. En la Tabla 1 se nos indica una frecuencia permitida de 0.01 para este tipo de estructura, frecuencia mayor al resultado obtenido.

TABLA 1.- Frecuencia media anual permitida de rayos directos sobre estructuras comunes

Estructuras comunes	Efectos de las tormentas eléctricas	Frecuencia (N _a)
Residencia	Daño a instalación eléctrica, equipo y daños materiales a la estructura. Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra.	0,04
Granja	Riesgo principal de incendio y potenciales de paso. Riesgo secundario derivado de la pérdida de suministro eléctrico provocando posibles desperfectos por falla de controles de ventilación y de suministro de alimentos para animales.	0,02
Tanques de agua elevados: metálicos. Concreto con elementos metálicos salientes.	Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra, así como posibles daños al equipo de control de flujo de agua.	0,04
Edificios de servicios tales como: Aseguradoras, centros comerciales, aeropuertos, puertos marítimos, centros de espectáculos, escuelas, estacionamientos, centros deportivos, estaciones de autobuses, estaciones de trenes, estaciones de tren ligero o metropolitano.	Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Hospital Asilo Reclusorio	Falla de equipo de terapia intensiva. Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Industria tales como: Máquinas herramientas, ensambladoras, textil, papelera, manufactura, almacenamiento no inflamable, fábrica de conductores, fábrica de electrodomésticos, armado equipo de cómputo, muebles, artefactos eléctricos, curtidurías, agrícola, cementeras, caleras, laboratorios y plantas bioquímicas, potabilizadoras.	Efectos diversos dependientes del contenido, variando desde menor hasta inaceptable y pérdida de producción.	0,01
Museos y sitios arqueológicos	Pérdida de vestigios culturales irremplazables	0,02
Edificios de telecomunicaciones Véase nota	Interrupciones inaceptables, pérdidas por daños a la electrónica, altos costos de reparación y pérdidas por falta de continuidad de servicio.	0,02
NOTAS		
1 Para cualquier estructura común debe evaluarse el nivel de riesgo en función de su localización, densidad, altura y área equivalente de captura, para decidir la protección.		
2 Para estructuras en zonas con densidad de rayos a tierra mayor a 2, y si el techo de la construcción es de material inflamable (madera o paja), debe instalarse un SEPTE.		

Tabla 14

Con base en el resultado de la valoración del riesgo nos indica que no es necesaria la instalación de un sistema Externo de Protección contra Tormentas eléctricas (Pararrayos SEPTE), pero como medida de seguridad se contempla la instalación de este sistema.

En el punto 5.3.1 Contenedores a presión con techo fijo de la NMX-J-549-2005 nos dice “Cuando el contenedor metálico posee un techo no metálico, no debe considerarse autoprotegido ante la incidencia de un rayo directo, por lo que la protección debe realizarse mediante un elemento metálico que cubra el techo del contenedor con un espesor mínimo de 5 mm y unido firmemente al cuerpo del contenedor satisfaciendo las condiciones indicadas en 5.3 o instalar un SEPTE aislado”. En este caso con el sistema de puesta a tierra

(SPT) es suficiente. Dado que la planta poseerá una techumbre metálica en la zona de llenado de cilindros, esta ayudará a la disipación de una descarga atmosférica directa.

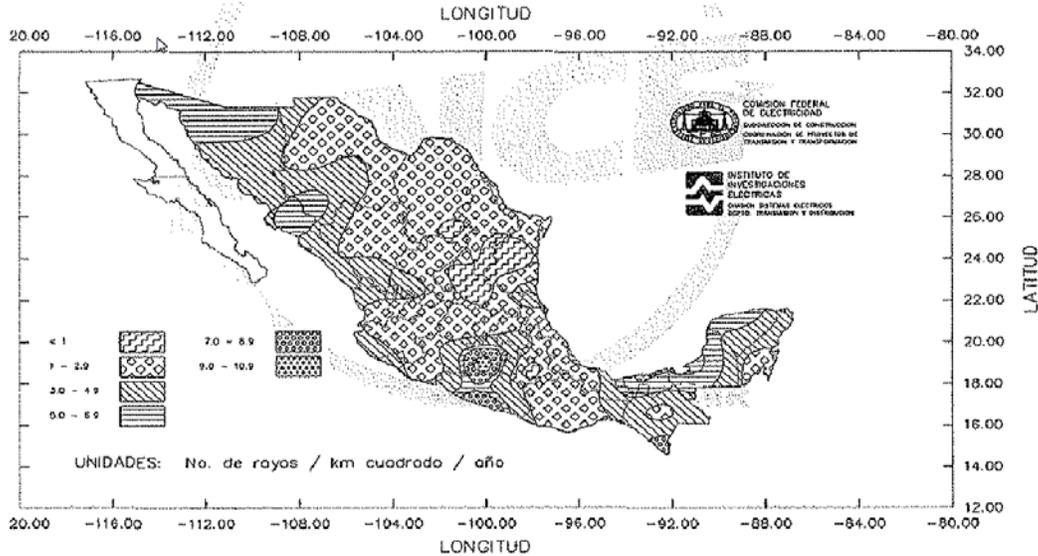
Esta misma norma advierte que un sistema de protección contra tormentas eléctricas (SPTE) diseñado e instalado con las especificaciones indicadas en esta norma, reduce el riesgo que puede provocar un rayo. Sin embargo, su aplicación no garantiza una protección absoluta a personas, estructuras u objetos.

El sistema de puesta a tierra de la totalidad de las instalaciones forma parte del sistema interno de protección contra tormentas eléctricas, y como lo refiere el capítulo 7 de la NMC-J-ANCE-2005 “Comprobación. Actividades preventivas y correctivas” manifiesta que se debe de cumplir con un programa de mantenimiento anual considerando lo siguiente:

“La comprobación programada debe realizarse cada doce meses, o antes si las condiciones ambientales son corrosivas, el suelo es altamente corrosivo, se realizan actividades que puedan afectar la integridad física de los elementos del SPT o cuando los daños en las instalaciones puedan ser fatales o desastrosos”.

El sistema del sistema de Puesta a Tierra también debe de cumplir cabalmente lo señalado en la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (utilización), artículo 120 Puesta a tierra y su procedimiento de evaluación (actualmente se encuentra en etapa de actualización con la NOM-001-SEDE-2018).

Por lo tanto, con base en lo expuesto realizado de acuerdo con la normatividad mexicana en la materia, nos **indica que no es necesaria la instalación de un sistema Externo de Protección contra Tormentas eléctricas (Pararrayos SEPTE). Aún así se colocará un sistema de pararrayos para proteger las instalaciones de descargas atmosféricas.**



de isoceras por estado fue elaborado con base en los resultados de un proyecto conjunto entre el Instituto de Investigaciones Eléctricas y la Comisión Federal de Electricidad, en el periodo comprendido entre 1983 y 1993.

Figura 15. Mapa isoceraúnico de la República Mexicana

Susceptibilidad por Inundaciones

El riesgo por inundaciones es moderado para el sitio, debido a la presencia de una pendiente del 2.5% hacia el suroriente y a la permeabilidad del suelo en el entorno del predio. La ubicación de un arroyo de temporal al sur del límite de la futura planta, forma parte de una pequeña microcuenca con 0.83 km² y un orden jerárquico de 2, con el cauce principal tiene una longitud de 1.850 km. Para un periodo de retorno de 100 años y con una lluvia de 99 mm en 24 horas se tendría un escurrimiento de 26.73 m³/s. Para un periodo de retorno de 5 años y una lluvia de 25 mm, con una intensidad de lluvia de 97.59 mm en una hora se tendría un caudal pico de 6.74 m³/seg. Para un intensidad de 40 mm/hr el caudal sería de 2.69 m³/seg. Cabe referir que cauce cuenta con varios bordos en su trayecto, los que también funcionan como presas de control de crecidas, por lo que el riesgo a inundaciones en la planta es de bajo a moderado, por lo que se recomienda mantener libre el cauce en el temporal de lluvias, dar mantenimiento a la alcantarilla que cruza bajo la carretera, y con ello reducir la susceptibilidad de las instalaciones a este peligro.

Ahora bien, el sistema de drenaje de agua pluvial estará conectado a una alcantarilla que pasa por el frente oriente de las futuras instalaciones, lo que permitirá desalojar las aguas pluviales, así como a la instauración y conservación de zonas verdes que incidirán en la infiltración local.

Otro punto es que la Planta quedará a 3 m de distancia entre el borde norte del cauce y el

límite sur del predio, y por encima del nivel del cauce a 2.08 m, lo que reduce el peligro por una inundación de las futuras instalaciones.



Figura 16. Aspectos del cauce de temporal de segundo orden que transcurre por el límite sur del predio, delimitado por la mallacel en la foto de la derecha.



Figura 17. Aspectos de la alcantarilla pluvial existente ubicada en el límite oriente del predio, la cual previene de encharcimientos al predio que ocupará la planta de distribución.

Susceptibilidad por Granizadas

Como promedio se presenta 4.6 granizada al año, pero se han registrado hasta 5 granizadas en el mes de febrero. (Cuadro 43). Por lo que la susceptibilidad es baja para este fenómeno meteorológico.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PROM	0.1	0.3	0.0	0.1	0.7	0.4	0.8	1.4	0.4	0.2	0.1	0.1	4.6
MAX	1	5	0	1	1	2	3	4	2	1	1	1	11
AÑO	1940	1952		Vrs.	Vrs.	1964	1937	1954	Vrs.	Vrs.	Vrs.	Vrs.	

CUADRO 43 INTEMPERISMOS SEVEROS DE LA ESTACIÓN TEPATITLÁN, GRANIZO MÁXIMO Y MEDIAS (DÍAS)

Susceptibilidad por Tormentas Severas

En la Estación Tepatitlán, en promedio se presentan 20.2 tempestades al año, pero se han registrado hasta 26 tempestades al año, siendo junio, julio y agosto los meses donde se presenta el mayor promedio de tempestades y también donde se han registrado el mayor número de tempestades al año. (Cuadro 44). Este tipo de fenómeno meteorológico es bajo, en probabilidad de ocurrencia, pero cuando se presentan estas dada la alta intensidad con que se desarrollan hacen que la susceptibilidad sea moderada.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PROM	0.1	0.1	0.2	0.2	1.1	3.4	5.3	6.4	2.3	0.5	0.5	0.1	20.2
MAX	2	1	2	1	4	12	12	11	6	2	6	1	26
AÑO	1940	1936	1938	Vrs.	1939	1937	1936	1953	1937	1937	1956	Vrs.	

CUADRO 44: INTEMPERISMOS SEVEROS DE LA ESTACIÓN TEPATITLÁN, TEMPESTADES MÁXIMAS Y MEDIAS (DÍAS)

Susceptibilidad por Nevadas

El peligro por nevadas es casi nulo, ya que estas se presentan con periodos de retorno amplios, las más recientes fueron en los años de 1997 (diciembre 13) y 2016 (10 de marzo), pero estas fueron nevadas ligeras.

Susceptibilidad por Vientos Huracanados

El peligro por vientos huracanados en la zona de estudio se asocia a tormentas severas donde se llegan a presentar de acuerdo con el IAM de la U de G, vientos con velocidades promedio de hasta 40.7 km/h (11.30 m/s), así como a los vientos que ocurren en los meses de febrero a mayo, donde de acuerdo con la BDRAM de la SEMADES, se llegan a presentar vientos con velocidades de hasta 17.88 km/h (4.969 m/s). Por lo que el peligro de verse afectados por vientos de este tipo se bajas y se acotan los días de tormentas (19.0) de la temporada de lluvias, siendo la probabilidad de ocurrencia en este lapso de tiempo de 0.106 eventos por día.

Susceptibilidad por Tornados

No aplica a la zona de estudio, dado que este tipo de fenómenos se asocia a varias condiciones para que se formación: Una elevada cantidad de humedad, un frente frío, vientos convergentes. El aire debe elevarse y saturarse. Continuará elevándose y, si la atmósfera es inestable, producirá una nube de tormenta. Una atmósfera inestable es aquella en la que la temperatura baja de forma rápida con la altura. La inestabilidad atmosférica también sucede cuando el aire seco se encuentra sobre una capa de aire húmedo cerca de la superficie terrestre.

La zona más propensa a este tipo de fenómenos se encuentra entre los 23° 27' y los 50° de latitud en las franjas situadas tanto al norte como al sur del Ecuador, siendo poco probable en latitudes inferiores, como lo es el municipio de Tepatitlán de Morelos.

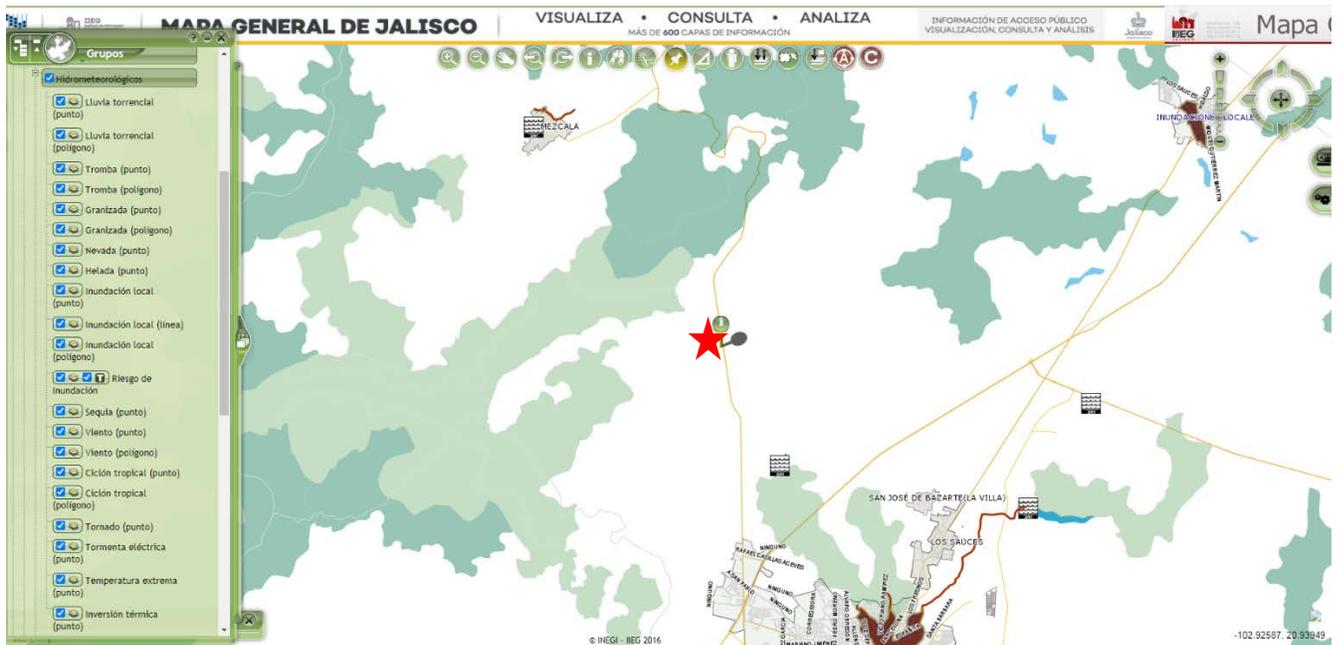


Figura 18. Mapa del Atlas de Riesgos del estado de Jalisco, donde no se identifican peligros de origen hidrometeorológico en un radio de 1000 m del predio que ocupará la planta (marcada con una estrella roja).

Susceptibilidad a Fenómenos Químico-Tecnológicos

Susceptibilidad a incendios urbanos

Es bajo dado que se encuentra en una zona rural, donde en su entorno se encuentran usos agrícolas, rústicos e industriales, en donde en un radio de 366 m se encuentra deshabitado.

Susceptibilidad a Incendios Forestales

La presencia de un predio actualmente rústico con arbolado reducido y disperso en su entorno, dan un riesgo nulo a las instalaciones de verse afectada por este tipo de fenomenología. Se recomienda tener un control de pastizales en una franja de 20 m a partir de los límites norte, sur y oeste a fin de reducir el riesgo por incendio.

Susceptibilidad a Explosiones

La susceptibilidad a explosiones es baja, dado la distancia entre el predio y la forrajera al norte que es de 448 m y al suroeste con el futuro silo de la empresa Gonbar a ubicarse a 79 m al SW, ambas empresas pueden generar explosiones por acumulación de polvos derivados del manejo de semillas.

Susceptibilidad a Derrames o Fugas de Materiales Peligrosos

En el entorno del área de influencia directa e indirecta no existen empresas que manejen sustancias peligrosas, por lo que este peligro es nulo por el momento. En la vialidad adyacente al oriente circulan vehículos que transportan materiales peligrosos como gas L.P., pipas con hidrocarburos y otros, por lo que en caso de un incidente nuestras futuras instalaciones tendrían una moderada susceptibilidad de ser afectada según sea el caso, por lo que se deberá suspender la operación.

Con respecto a nuestras instalaciones, estas estarán construidas de acuerdo a las especificaciones de la Secretaría de Energía y normas aplicables, esto es que en caso de una fuga o derrame de gas líquido este se convierte en fase vapor y se dispersa en la atmósfera de la zona, por lo que la susceptibilidad de este tipo de incidentes en la planta de distribución y su afectación al entorno es reducida, en el caso de la instalación esta es sometida a un programa continuo de mantenimiento y de control en las áreas de recepción de auto-pipas.

Susceptibilidad a Radioactividad

No aplica, dado que en el entorno no existen áreas o instalaciones con procesos que impliquen el uso o procesamiento de materiales radioactivos.

Susceptibilidad por envenenamiento de materiales peligrosos

La susceptibilidad por envenenamiento por materiales peligrosos es nula debido a la inexistencia en su entorno del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

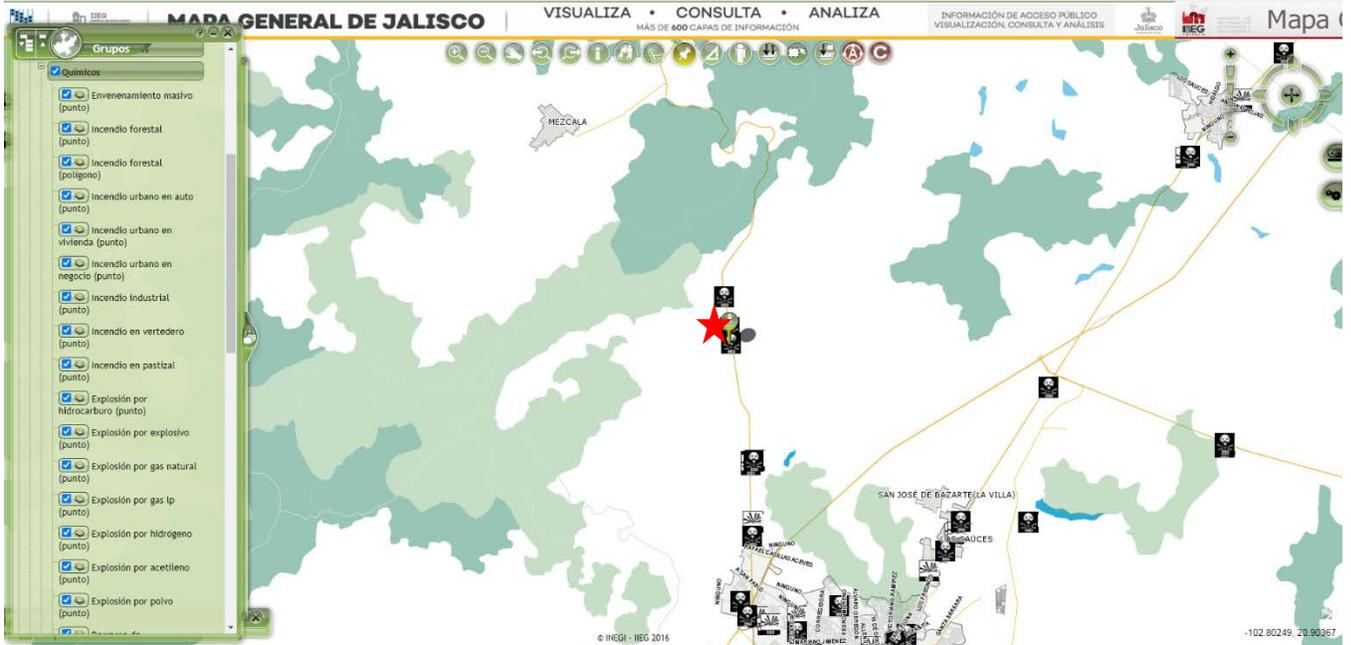


Figura 19. Mapa del Atlas de Riesgos del estado de Jalisco, donde se identifican o reportan peligros de origen químico, Existe solo el riesgo de incendio por polvos en la forrajera al norte y una estación de servicio ubicada a 1,287 m al norte.

Susceptibilidad por fenómenos sanitario-ecológicos

La susceptibilidad de fenómenos por:

Contaminación del suelo: Los predios que rodean en el entorno inmediato a las instalaciones de la planta son de tipo rústico, pastizales pecuarios, además de una forrajera, un silo en construcción y la carretera, estas actividades no generan en la zona contaminación al suelo y subsuelo.

En tanto las actividades de la propia planta será la distribución de gas L.P., la cual se efectuará de instalaciones construidas de acuerdo a las especificaciones de la NOM-001-SESH-2014. Este tipo de actividades no genera contaminación a la capa edáfica del sitio de la Planta, dado que es un combustible en estado gaseoso, que en caso de fuga tendrá la tendencia de dispersarse a la atmósfera.

Contaminación de redes de agua: En el sitio donde se emplazará la Planta de Distribución existe red de agua potable que no es afectada en su operación en caso de una fuga de gas L.P., en tanto el agua residual se verterá el agua en un biodigestor de la marca Rotoplas (construido a norma), por lo que no generará contaminación al subsuelo. En caso de fugas de

gas L.P., este no se introducirá a esta red de drenaje interna, dato que será dispersado por los vientos locales.

Contaminación al medio ambiente: Los niveles medios de calidad del aire de la zona noroeste del municipio de Tepatitlán de Morelos es bueno debido a que se encuentra en una zona rural y en la margen de la carretera estatal de moderado flujo vehicular. Por otro lado, las actividades vinculadas al proyecto de la Planta de Distribución no implican un deterioro de la calidad del aire que pueda afectar el entorno, durante la etapa de construcción y operación.

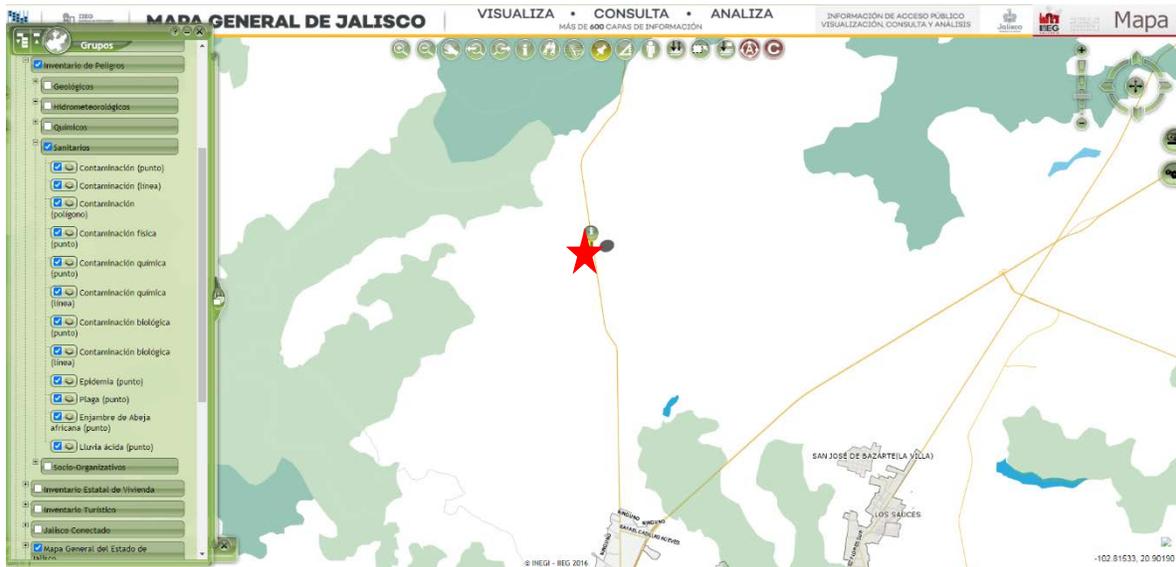


Figura 20. Mapa del Atlas de Riesgos del estado de Jalisco, donde no se reportan peligros de origen sanitario-ecológico, en la zona de estudio donde se construirá la Planta (marcada con una estrella roja).

Susceptibilidad a Fenómenos socio-organizativos

Susceptibilidad por la cercanía de lugares de concentración pública

Como se ha referido NO existen sitios de concentración pública en un radio de 500.

Susceptibilidad por la alteración o posibilidad de afectación de servicios públicos de transporte terrestre, subterráneo, marítimo o fluvial

El único factor de que puede ser susceptible por la operación de la Planta, es la afectación del transporte terrestre que circula por la carretera ubicada al oriente Tepatitlán-Yahualica. Esta deberá cerrar si existe un incidente en la Planta o viceversa si ocurre un incidente en la carretera.

Accidentes aéreos, terrestres, marítimos o pluviales

No aplica, debido a que la zona se encuentra fuera de rutas aéreas, marítimas o pluviales, no así de la carretera que se ubica a 20.00 m de distancia del límite oriental de las futuras instalaciones, y en donde un accidente o incidente en este sitio podría afectar el ingreso o la operación de esta.

Actos de sabotaje y terrorismo

Las instalaciones y su ingreso estarán sujetas a un sistema de vigilancia por parte de los empleados de la Planta, a fin de evitar que ingresen personas ajenas a su operación, y con ello mantener reducidos los niveles de susceptibilidad durante su funcionamiento.

Características de la red local de drenaje y sistema de agua potable, en un radio de 200 metros, con la finalidad de determinar las características de la red de distribución y conducción que permita determinar las posibles áreas de afectación por escurrimientos de combustibles derivados de fugas, derrames o desbordamiento de los tanques o pipas

En este radio NO existe la red de drenaje, en tanto la tubería del sistema de agua potable es de ½ pulgada. Pero en este caso la empresa manejará un material gaseoso al contacto con la atmósfera, por lo que no aplica determinar áreas de afectación por derrames o desbordamientos.

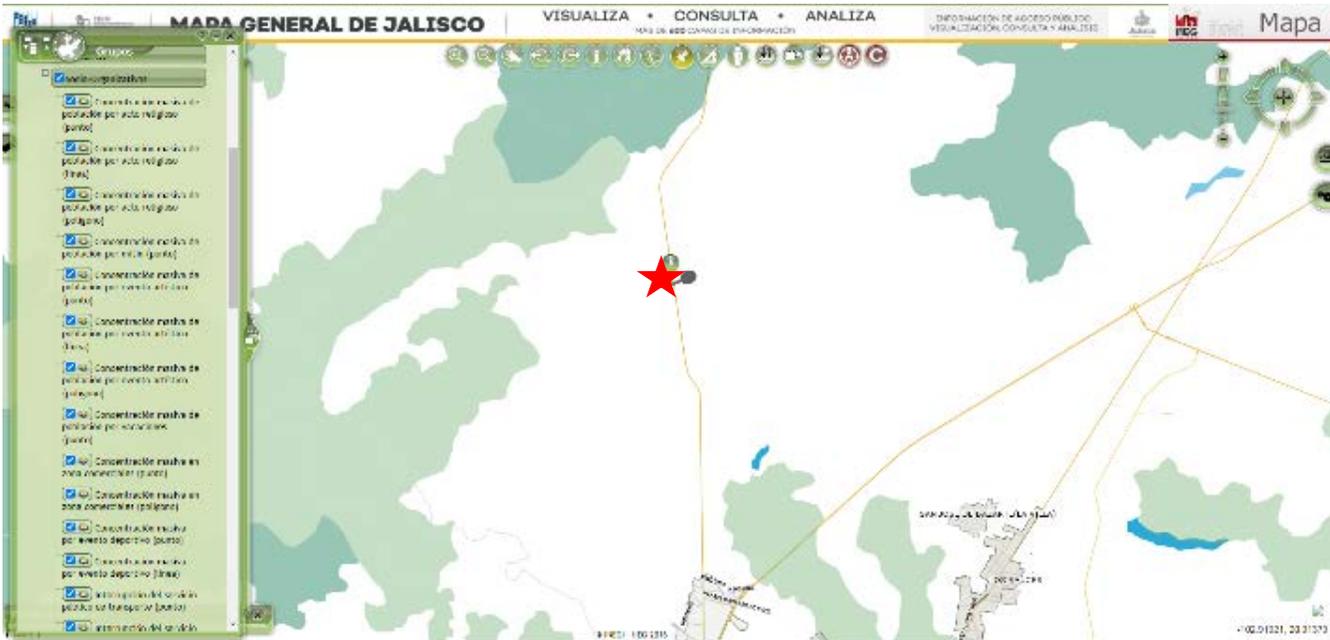


Figura 21. Mapa del Atlas de Riesgos del estado de Jalisco, donde no se reportan peligros de origen socio-organizativo, en la zona de estudio donde se construirá la Planta de distribución (marcada con una estrella roja).

4.4. Historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del Proyecto

El historial epidémico en los pasados diez años en la zona de Las Azules no reporto epidemias y/o enfermedades de tipo cíclicas, En Marzo del año 2020 se manifestó a nivel mundial la pandemia del COVID, a la cual está inmersa todo el país, así como la zona de estudio y de la que aún se encuentra afectado, por lo que las actividades de construcción y operación deberá apegarse a protocolos de sanidad para conservar la salud de empleados y administrativos de las instalaciones.

4.5. Identificación de zonas vulnerables de población: casas, poblaciones, escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, unidades habitacionales de alta densidad, parques

4.5.1. Zonas Vulnerables

Los elementos vulnerables en un radio de 500 m en este sector rural al noroeste del municipio de Tepatitlán de Morelos son:

Tabla 15. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Proyecto (m)
Localidad	Las Azules	SE	242
Granja avícola	Sin Nombre	W	502
Granja avícola	La Américas	NE	313
Silo agrícola	Gonbar	SW	42
Rancho ganadero	Sin Nombre	NE	143
Forrajera	Arcilla Roja	N	403
Rancho ganadero	Sin nombre	NE	307
Bodega agrícola	Sin nombre	S	242

La localidad Las Azules cuenta con una población de 132 habitantes en 32 casas, su densidad poblacional es de 31.96 hab/ha y 4.125 habitantes por vivienda, que se considera baja.

4.5.2. Componentes Ambientales

a. Representación gráfica del Proyecto

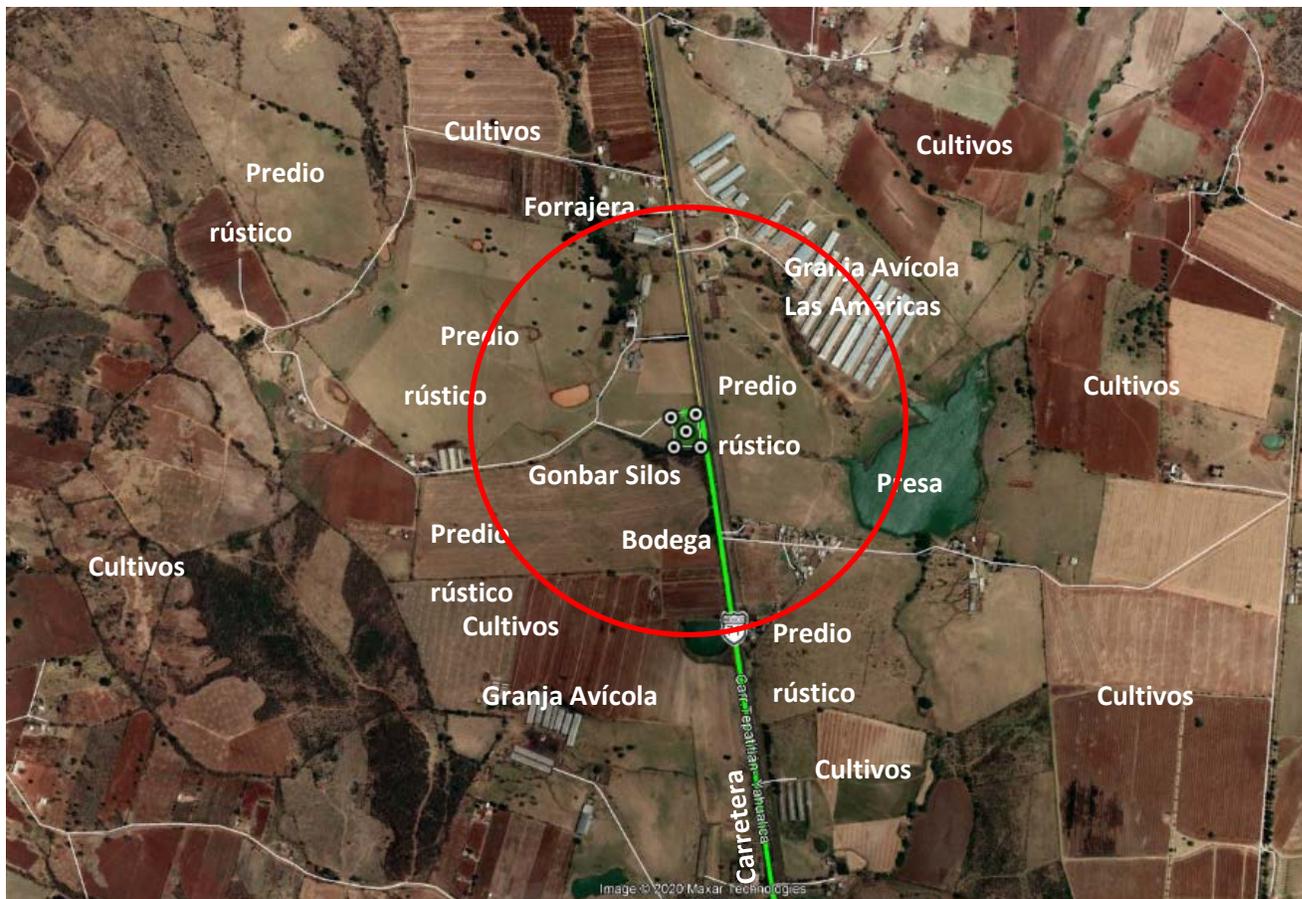


Figura 22. El círculo rojo muestra la zona del proyecto en un radio de 500 m con respecto a la superficie que ocupará la Planta de Distribución de gas L.P. marcada con el rectángulo verde. En el entorno existen predios rústicos y agrícolas, al nororiente y surponiente se ubican dos granjas avícolas, al norte una forrajera y al sur un silo y una bodega en construcción.

b Descripción de los componentes ambientales del Sistema donde se ubica el Área de Influencia

Para justificar la estructura del sistema como primer paso, se determinará la estructura del sistema ambiental (SA), que se define como un sistema que es constituido por la interacción de elementos naturales (bióticos y abióticos) y artificiales de naturaleza física, química, biológica, sociocultural.

De aquí partimos para poder caracterizar el SA donde se construirá y operará la planta de distribución de gas L.P., para lo cual se utiliza la unidad geográfica de la cuenca, que se define como un sistema de captación y concentración de aguas superficiales en el que interactúan el conjunto de elementos naturales y artificiales como son los asentamientos humanos y sus actividades que en conjunto se enmarcan dentro de complejas relaciones.

Este es un territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos de la obra y operación del proyecto de la planta de distribución de gas L.P. sobre la totalidad del medio ambiente o sobre alguno de sus componentes naturales, sociales o económicos, frecuentemente derivados de los posibles cambios de accesibilidad en el área operativa de la gasolinera, efectos físicos contaminación por emisión de hidrocarburos a la atmósfera, por posible fugas de combustibles, accidentes derivados de la operación, incremento de la oferta de combustibles, generación de empleos y otros.

Como área operativa se considera al espacio que la ejecución de las acciones planificadas descritas, cuyas actividades contribuyen al normal desarrollo de la obra de construcción y la futura operación de la planta de distribución de gas L.P. Este espacio si bien se insertan dentro de un área socioambiental similar, con un grado de homogeneidad en el sector norponiente del municipio de Tepatitlán de Morelos, estos atributos serán descritos independientemente con el fin de brindar una clara situación del entorno donde se desarrollarán las obras y operación de la planta.

Dentro del radio de 500 m, en donde pueden manifestarse significativamente los efectos sobre los medios natural y antrópico, debidos a la implantación y operación del proyecto, incluida el área operativa. Para un radio de 1000 m a partir del centroide del predio seleccionado, que abarca una sección de 2 km de la carretera Tepatitlán-Yahualica localizada al oriente, 1.205 km de un camino empedrado al norte y que corre con dirección poniente y norponiente y que da comunicación a una granja avícola y un rancho ganadero; un camino de terracería al sur a 227 m del límite de la futura planta, y en donde el camino

tienen una dirección hacia el oriente y comunica a la localidad Las Azules y un rancho ganadero del mismo nombre. Dentro de este perímetro, tal y como se ha descrito se ubica al norte y noreste una forrajera y una granja avícola, y en general el SA es de tipo rural con actividades avícolas, pecuarias y agroindustriales (forrajera, un silo y una bodega en construcción), además de una amplia superficie de parcelas con un uso de pastizal, rústicas y agrícolas, tal y como se observa en la figura 23.

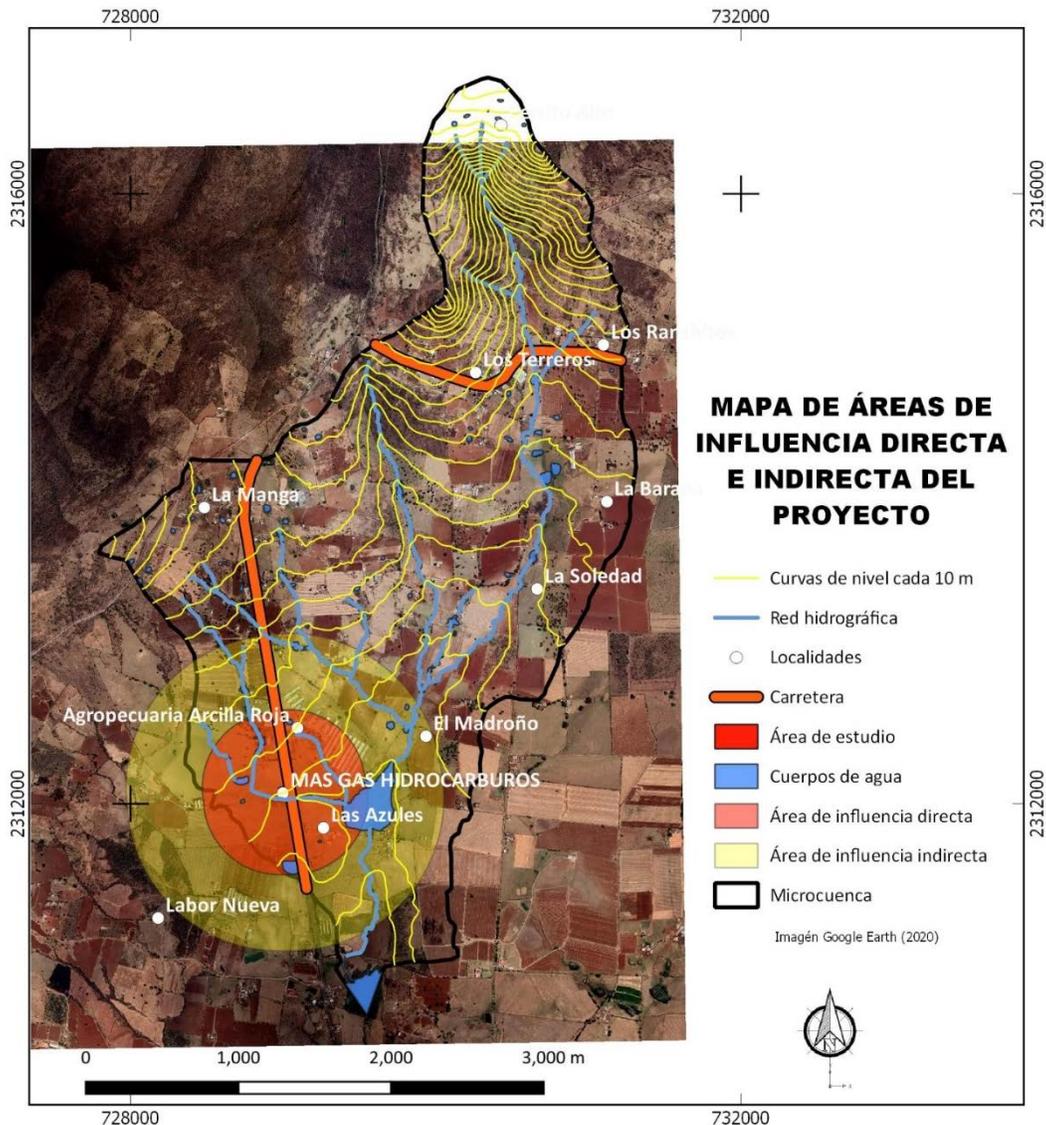


Figura 23. Se demarca con el círculo rojo un radio de 500 m con un área de 78.54 hectáreas. En tanto el círculo amarillo es una radio de 1000 m con un área de 314.16 hectáreas, que es el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos por la actividad de almacenamiento, distribución y un eventual incidente por una operación anómala de las instalaciones.

La metodología utilizada para determinar y caracterizar el Sistema Ambiental es a partir de identificar la microcuenca donde se localizará la planta de distribución, el segundo paso fue determinar y cartografiar sus características bióticas y abióticas (hidrológicas, litológicas, edafológicas, climáticas, uso del suelo e infraestructura) utilizando el SIG, a fin de determinar si hay homogeneidad entre los elementos naturales, el tercer paso es identificar qué áreas de la microcuenca han sido sujetas y/o afectadas a actividades humanas que la han llevado a su antropización. Finalmente proponer como resultado si la microcuenca se puede ajustar como un sistema ambiental a utilizando un análisis tipo multicriterio, donde se relaciona los elementos naturales y antrópicos, a fin de determinar si existen relaciones entre estas. Para ello utilizamos la información provista por el INEGI, recorridos y trabajo de campo, así como la imagen reciente de Google Earth para fotoidentificar el uso actual del suelo y los cambios que han ocurrido desde febrero de 1971 (fecha de toma de las fotografías aéreas usadas para la elaboración de la carta de uso del suelo del INEGI) en el SA.

Los principales atributos ambientales rasgos climáticos, hidrográficos, geológicos, edafológicos, fauna, cobertura vegetal, dinámica poblacional, caminos y políticas territoriales en la microcuenca se describen en la siguiente tabla.

Tabla 16. Elementos para caracterizar el sistema ambiental del sitio donde se construirá y operará la planta de distribución de gas L.P.

Faceta	Sistema Ambiental	Área de Influencia	Predio donde se ubica la estación de servicio
Clima	(A) C (w1) (w) a, es decir, semicálido, o sea es el más cálido de los templados C		
Características de la microcuenca	Elevación máxima 2190 msnm Elevación mínima 1930 msnm Pendiente media 3.65% Área drenada 10.58 km ² Precipitación media 874.7 mm	1959 msnm en la Planta de Distribución de gas L.P.	
Relieve	Planicie ligeramente ondulada de baja pendiente		
Geología	Faja Volcánica Mexicana, la microcuenca se forma en un 51.93% se forma por un depósito de lavas basálticas, 46.23% de suelos residuales derivados de la intemperización del basalto y 1.84 de sedimentos aluviales.		
Hidrología	Región hidrológica RH12 Río Lerma-Santiago, cuenca Rio Verde Grande, subcuenca: "d" Río Tepatitlán, de tipo exorreica, con un tercer orden. El arroyo que pasa por el costado sur del predio es de segundo orden.		
Suelo	We/3 Planosol eutrico con textura media		
	Grupo de suelo	Características	
	Del latín planus: plano, llano. Connotativo de suelos generalmente desarrollados en relieves planos que en alguna parte del año se inundan en su superficie.	Se caracterizan por presentar debajo de la capa más superficial, una capa infértil y relativamente delgada de un material claro que generalmente es	

		menos arcilloso que las capas tanto que lo cubren como las capas que la subyacen.
Fauna	Escasa dada las diferentes actividades antropogénicas asociadas a prácticas pecuarias, avícolas y agrícolas, por lo que se apreciaron únicamente insectos y aves como coquitas, cuervos, zopilotes, gorriones y otras	
Cobertura vegetal y uso actual	Se identificó vegetación inducida en un alto porcentaje en los predios del entorno norte, oeste, al oriente de la carretera y predio rústico al sur donde se construye un silo de Gonbar y una bodega agrícola. Se ubican relectos de pastizal con matorral espinoso disperso con huizaches, nopalera, mezquites y herbáceas, así como Quercus dispersos. Las parcelas con actividad agrícola son de temporal y ganadería intensiva	Pasto natural, <i>opuntias</i> , <i>acacia farneciana</i> , <i>prosopis levigta</i> , herbáceas. Quercus Cultivos de sorgo
Dinámica poblacional	El proyecto se ubica en una zona rural, donde la localidad más cercana es la ranchería Las Azules al SSE a 242 m	La población en un radio de 1000 m es de 132 personas, localizadas en la localidad Las Azules localizado al SSE a 242 m del límite de la planta. La densidad habitacional en este diámetro es de 0.42 hab/Ha, que se considera baja. En un radio de 242 m se encuentra deshabitado
Caminos	El acceso a la Planta será por el sector norte a través de un camino vecinal que se conecta al oriente con la carretera Tepatitlán-Yahualica.	
Ordenamiento existente	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Unidad Biofísica (UAB) 48, y región Ecológica 18.5, con criterio de aprovechamiento sustentable y restauración
	Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco	UGA P4 162R, que cubre un área de 91,054.24 Has, esto es Pecuaria con una fragilidad ambiental de 4 (Baja), con número de Unidad de Gestión Ambiental 162 y Política de Restauración y un uso condicionado a Flora y Fauna, Asentamientos Humanos e Infraestructura.
	Ordenamiento Territorial de la Región Altos Sur	Se elabora actualmente por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.

Con base en el análisis de las características descritas en la tabla anterior el Sistema Ambiental se forma por la microcuenca Las Azules con orden jerárquico tres, que cubre una superficie de 10.58 km², su escurrimiento principal tiene una orientación norte a sur y hace coalescencia con el río Tepatitlán al oeste de la ciudad de Tepatitlán. El predio que ocupará la Planta de Distribución de Gas L.P. se localiza en la sección surponiente de la microcuenca y pertenece a una pequeña microcuenca con orientación NW-SE, donde el arroyo principal es de segundo orden y alimenta en el temporal al bordo Las Azules. En los siguientes mapas se identifican los principales atributos ambientales que permiten caracterizar al SA al correlacionar los factores descritos y los elementos antrópicos existentes.

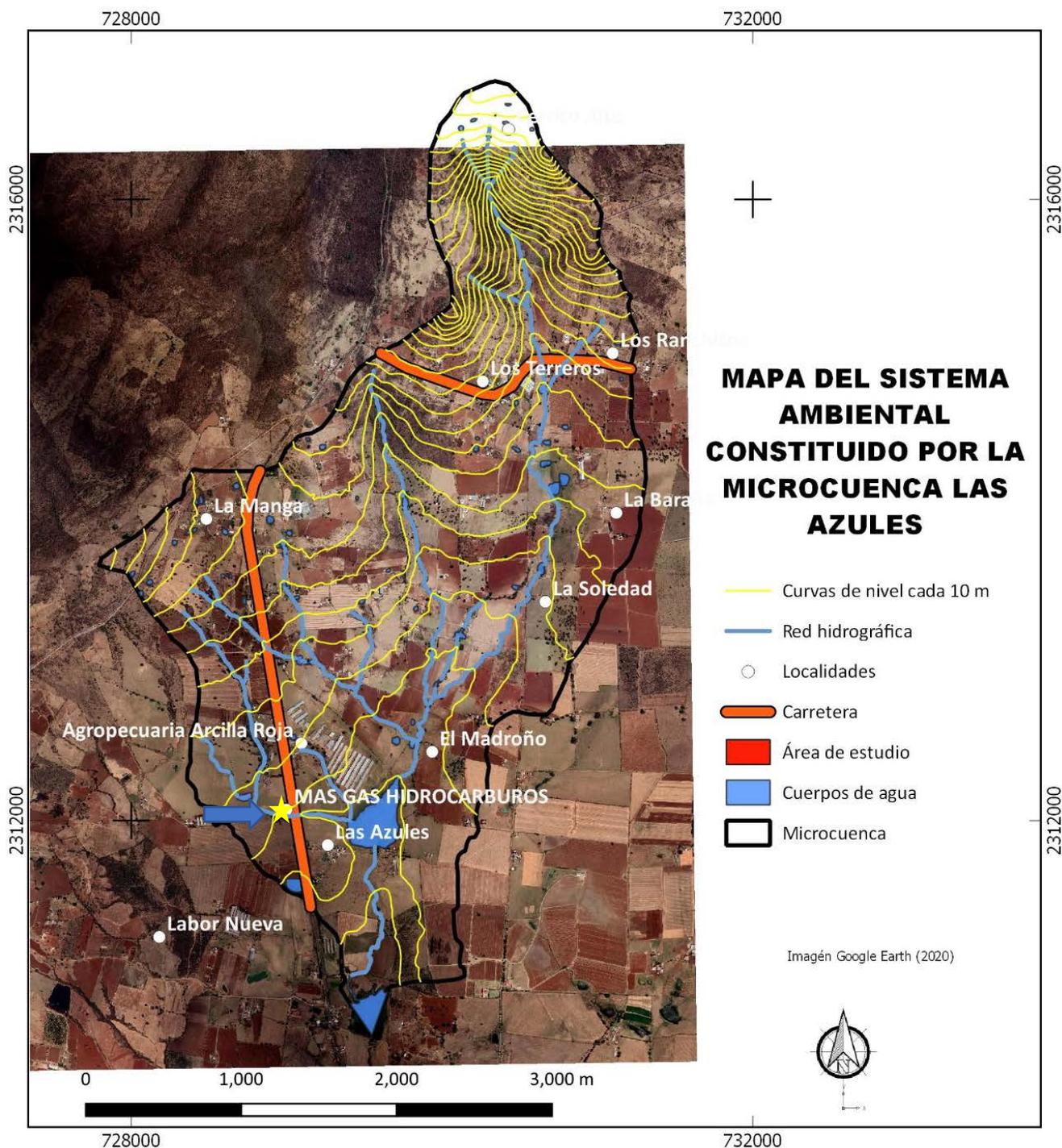
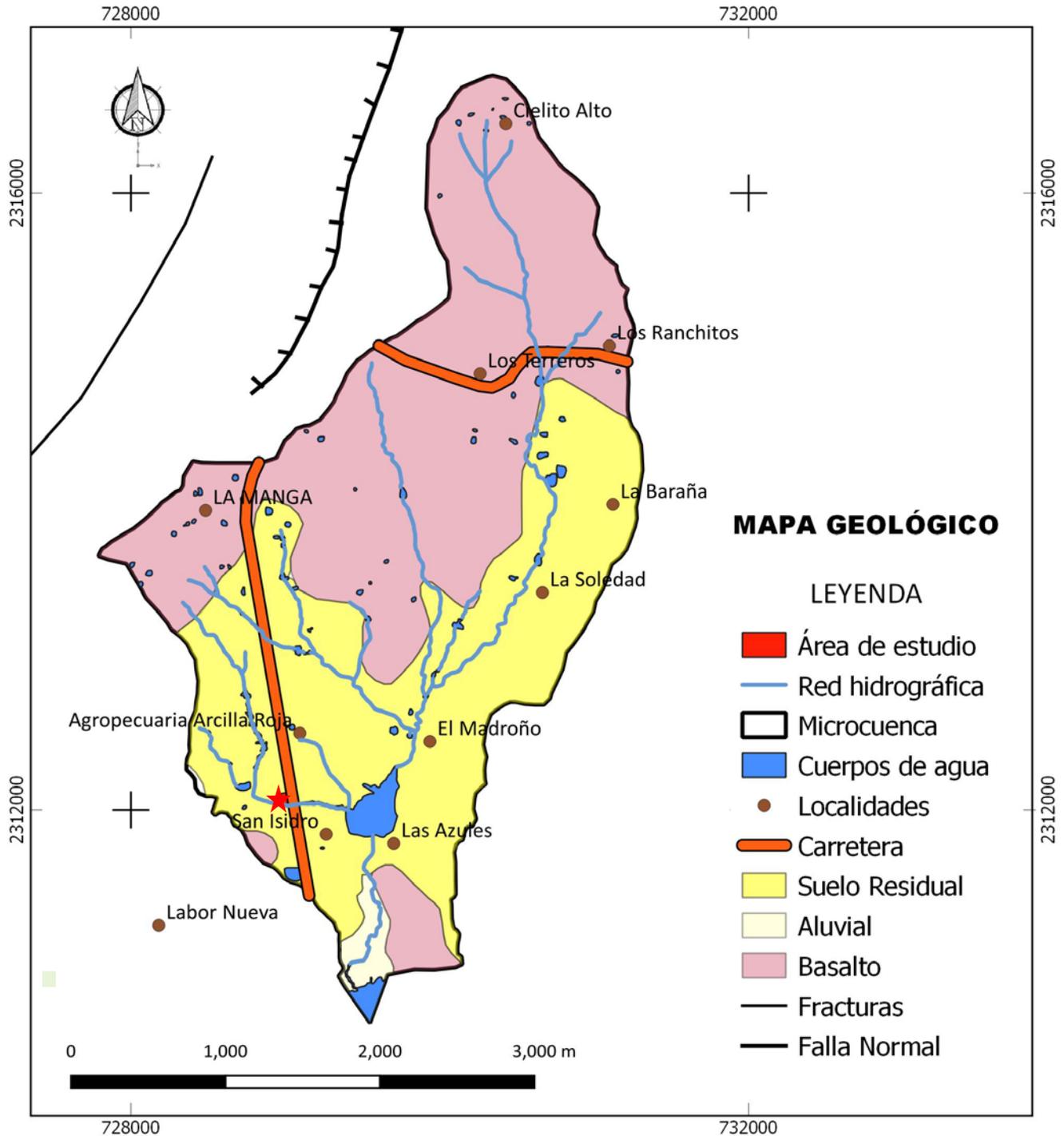


Figura 24. Mapa del sistema ambiental constituido por la microcuenca Las Azules. El sitio del proyecto se ubica con la estrella amarilla al SW de la MC. En general el Sistema Ambiental identificado tiene un uso agropecuario y rústico desde por lo menos 200 años y en donde se aprecian aún elementos de la vegetación natural en el sector norte y relictos en la planicie. La continuidad de las actividades del sector primario ha permitido conservar el paisaje agropecuario en este lapso de tiempo, solo siendo alterado en las márgenes de la carretera con agroindustrias y servicios asociados.



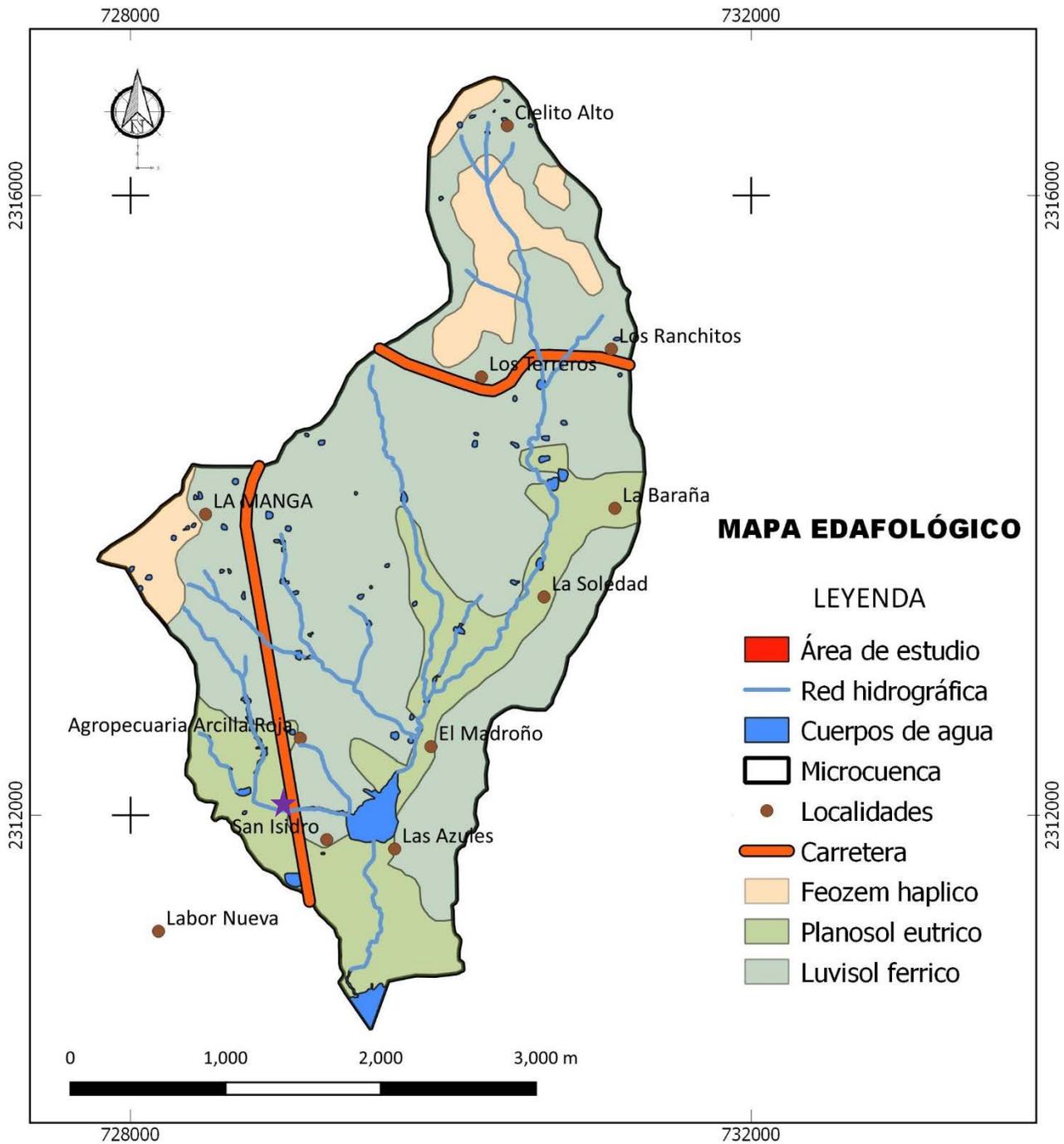


Figura 26. Mapa de unidades edafológicas en el SA de la futura Planta de Distribución de Gas L.P. (estrella morada) que se edificará sobre un suelo Planosol Eutricto que cubre una superficie del 22.90% del área total del SA, el luvisol férrico cubre el 67.75% y el feozem háplico solo el 9.35%. La unidad de luvisoles de acuerdo con el INEGI, son suelos generalmente desarrollados en relieves planos que en alguna parte del año se inundan en su superficie. Fuente: INEGI, 1976

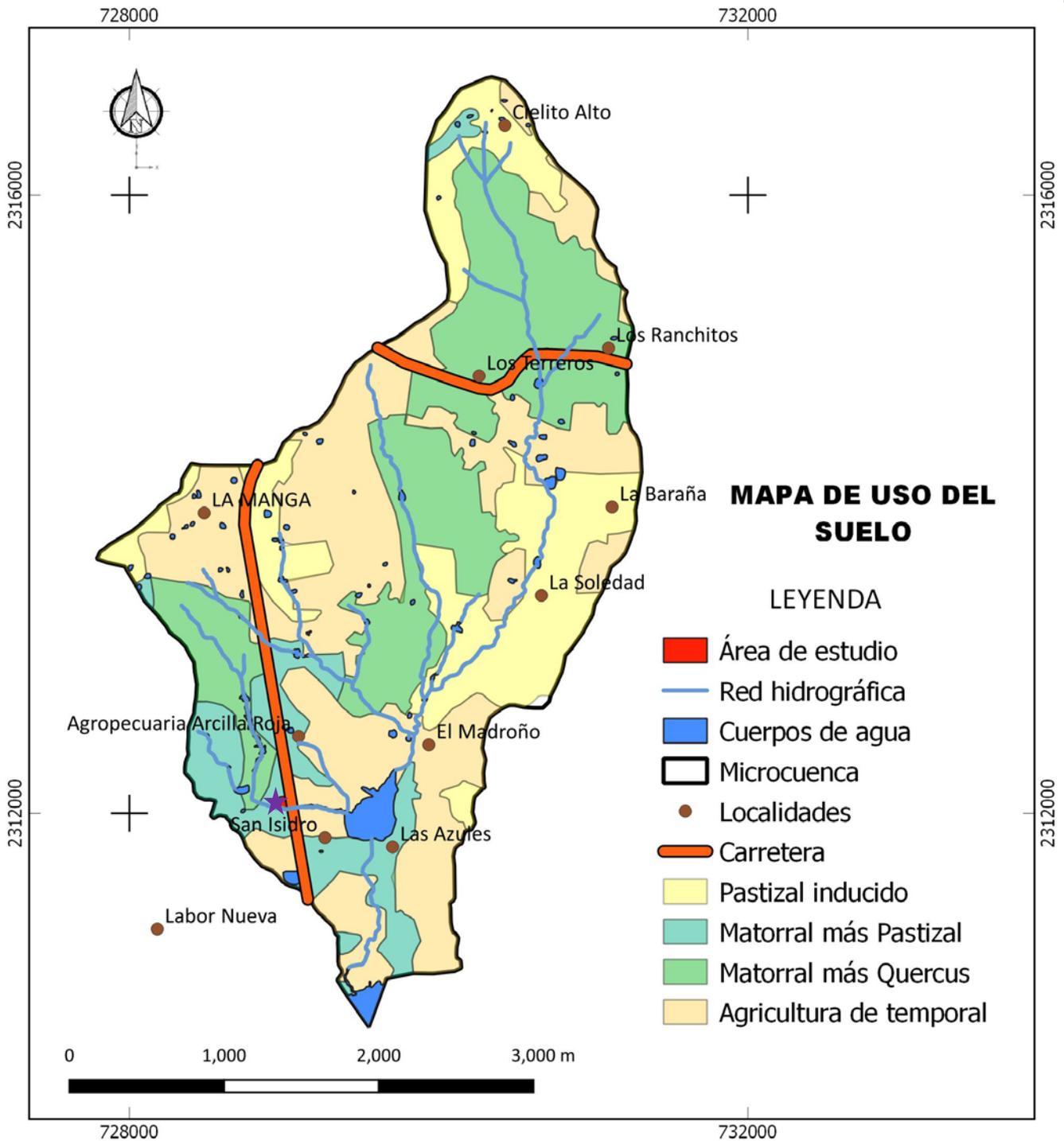


Figura 27. Mapa de uso del suelo elaborado por el INEGI a partir de fotografías aéreas de 1971 y publicado en 1975. Fuente: INEGI, 1975. Se observa que las parcelas con agricultura temporal ocupaban el 42.75% de la superficie del SA, el pastizal inducido cubría el 22.92%, el pastizal más Quercus cubría el 22.92% y la superficie agrícola fue del 42.75%. Este uso del suelo comenzó a cambiar a partir del año 2010 en la margen de la carretera por un uso de algunas instalaciones agropecuarias y de servicios de apoyo.

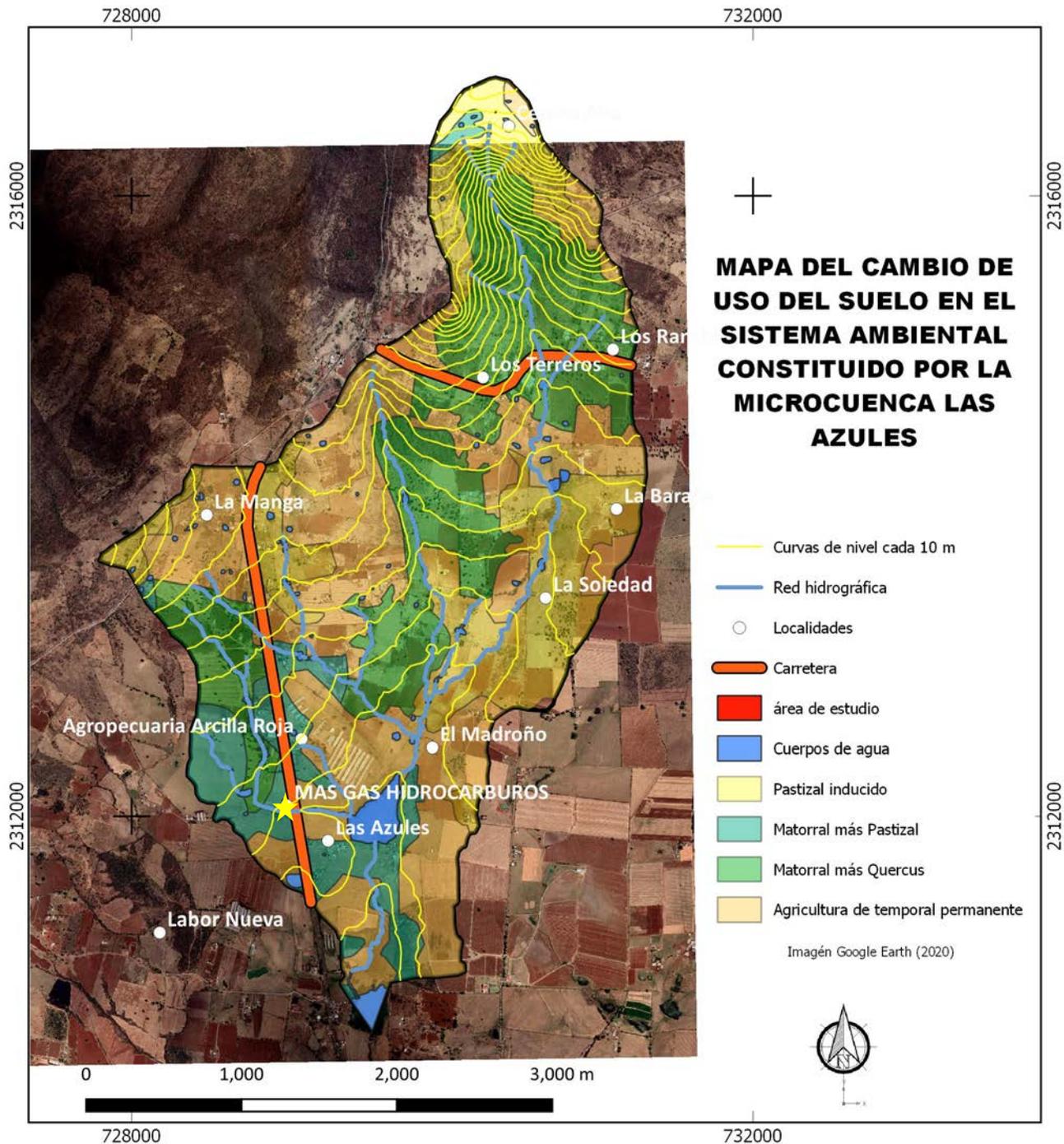


Figura 28. Mapa de cambio de uso del suelo elaborado con base al mapa de uso del suelo del INEGI y de Google Earth 2020. En este mapa se observa que en las parcelas con agricultura temporal se instalaron granjas avícolas y forrajeras como la de Agropecuaria Arcilla Roja al norte de la futura planta de distribución. En el predio ubicado al sur de nuestro proyecto actualmente se construye un silo de la empresa GONBAR y una bodega agrícola.

La microcuenca La Azul se ubica en la región fisiográfica denominada Faja Volcánica Mexicana, formada por basaltos del llamado “Basalto San Cristóbal” con una edad entre 8.5 y 10 Ma, estos mantos de rocas comenzaron a ser intemperizados, formando paulatinamente depósitos de suelos residuales. Los procesos geomorfológicos durante el Cuaternario modelaron un relieve formado por una planicie ondulada de baja pendiente en el que se ha desarrollado un suelo de tipo planosol sobre la cual se desarrollará el proyecto. Hidrográficamente la microcuenca es de tipo dentritico de segundo orden y carácter temporal. La cubierta vegetal en la MC donde se ubica el predio objeto de esta MIA-P actualmente en predios con pastizales para uso pecuario y un uso rústico-pecuario donde aprovechan los pastizales inducidos, este uso se ha mantenido desde por lo menos hace 200 años, tal y como se observa en las figuras 27 y 28.

Un alto porcentaje en el SA delimitado por la microcuenca corresponde a un área antropizada por uso agropecuario. Como ya se refirió presenta un alto porcentaje de uso ganadero de tipo intensivo, que se localiza en una planicie de baja pendiente. En las márgenes de la carretera Tepatlán-Yahualica se identificó un paisaje alterado por actividades de servicios de apoyo a la agricultura y ganadería, usos habitacionales en rancherías como Las Azules al sur.

A nivel del predio donde se construirá la planta de distribución de gas L.P., que tendrá una superficie de 4,626.60 m², presenta un antiguo embarcadero de ganado, constituido por una zona de oficina, corrales ya desmantelados, el suelo cubierto parcialmente por una capa de concreto, una barda limítrofe de 2.5 m de alto, servicios de energía eléctrica y abastecimiento de agua, actualmente cubierta parcialmente por vegetación secundaria constituida por tabaquillo, higuera y tres árboles (dos Ceibas y un fresno de talle media, estas características le dan al predio una categoría de alterado.

Como ya se estableció previamente la zona no se encuentra dentro o cerca de áreas consideradas como zona de protección forestal y refugio de fauna silvestre, y su vegetación identificada como especies de fauna no se encuentran dentro de los listados de conservación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la figura 9 se muestra el mapa detallado del Área con un radio de 500 m y una superficie de 0.77 km², así como el área con una superficie de 2.34 km² y el Sistema Ambiental de las microcuencas A y B con una superficie de 7.47 km².

Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos por el diseño, construcción y operación de la planta de distribución de gas L.P. Perteneciente a MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V., en el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco

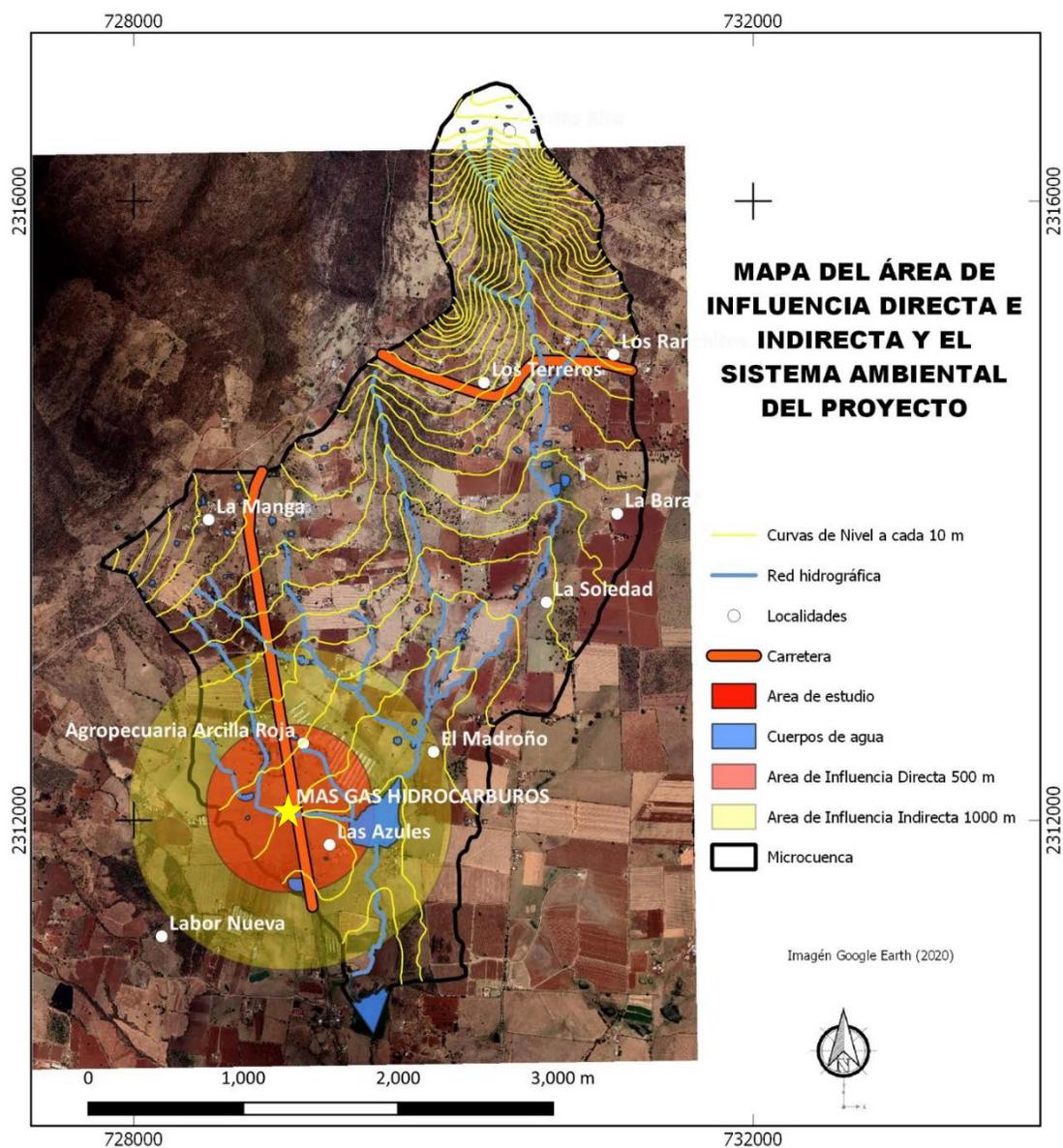


Figura 29. Componentes ambientales formado por la microcuenca Las Azules y el área de influencia directa (AID) en un radio de 500 m con una superficie de 0.7854 km². Esta se divide en un área con usos agropecuarios, rústicos, una granja avícola e instalaciones para el servicio de las actividades agropecuarias como lo es una forrajera y un silo (en construcción), además de la localidad Las Azules al SE.

El radio de 1000 m cuenta con una superficie de 3.1416 km² en cuya área se identifican tres granjas avícolas, tres ranchos ganaderos y prevalecen las parcelas agropecuarias y rústicas, así como la el Bordo Las Azules. Ambas áreas son atravesadas por la carretera Tepatitlán-Yahualica.

En la figura 30 se muestra el mapa detallado del Área de Influencia en un radio de 500 m y 1000 m en el Sistema Ambiental de la microcuenca Las Azules.

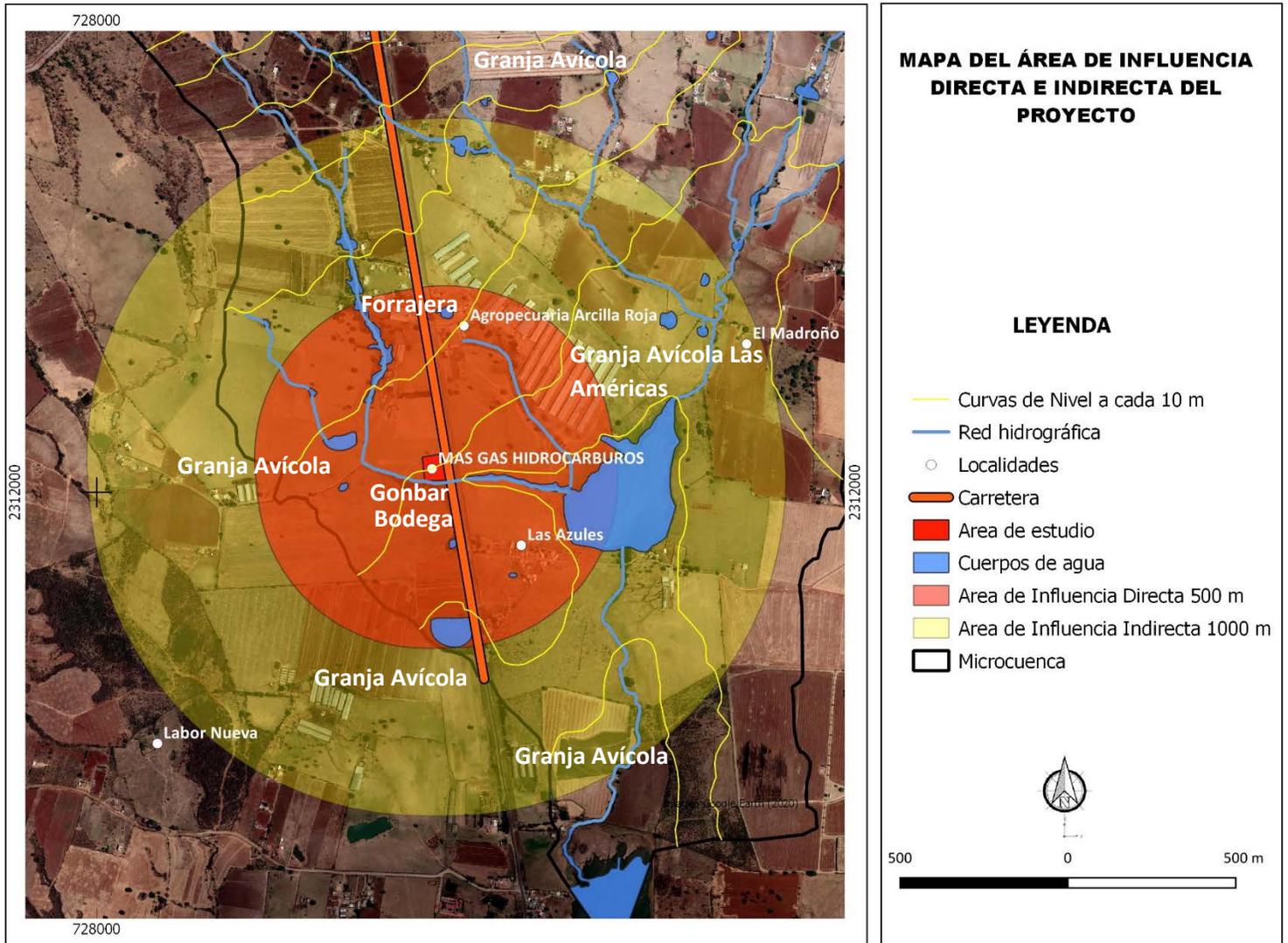


Figura 30

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Proyecto (m)
Cuerpo de agua	Bordo Las Azules	Bordo de 6.11 hectáreas para uso agropecuario	E	440
Arroyo	Sin Nombre	De temporal	S	3.5
Cuerpo de agua	Sin nombre	Bordos en arroyo para uso agropecuario	NW	202, 360 y 595 m
Arroyo	Las Azules	De temporal	E	658
Cuerpo de agua	Bordo sin nombre	Bordo para uso agropecuario	S	149
Área agropecuaria	_____	Zona de pastizales forrajeros y cultivos forrajeros	N, E, W y S	Dentro del radio de 500 m

Tabla 17. Componentes ambientales identificadas en un radio de 500 m del predio del proyecto

4.5.3. Infraestructura vial e industrial

En la zona solo se identifica como infraestructura vía a la carretera Mex-71 Tepatitlán-Yahualica, que es de dos carriles, en cuyo margen oriente se localiza una línea eléctrica de 23 Kv. Al oriente del límite del predio se ubica una línea de agua potable de 2" que abastece al predio donde se pretende construir la planta de distribución de gas L.P.

Como industrias en el sitio se localiza una en operación perteneciente al sector agropecuario y es la Forrajera Arcilla Roja al norte, al sur se está construyendo un Silo de la empresa GONBAR. No existe industria de transformación u otro giro.

Tabla 18. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al Proyecto (m)
Carretera 71	Tepatitlán-Yahualica	E	18.5
Línea eléctrica de la CFE	Línea de 23 Kv	E	36
Agua potable	Línea de 1"	E	1.5

4.5.4. Uso de suelo: habitacional, industrial, comercial, agrícola, pecuario y forestal

Los usos del suelo vecinos al terreno que ocupará la planta son las siguientes:

NORTE: Limita con camino de acceso al rancho El Encino y que será el camino de acceso a la planta, posterior un predio rústico en 60.01 m propiedad de Juan Pérez Rodríguez, y a una distancia de 130 m se ubica un rancho ganadero circundado por predios de pastoreo, al noreste se ubican otro rancho con las mismas actividades. A 391 m se localiza una empresa forrajera Arcilla Roja y posterior a esta un rancho, de este punto y hasta los 1000 m se localizan parcelas agrícolas y para pastoreo del ganado bovino.

SUR: Limita en 63.75 m con arroyo de temporal y predio rústico propiedad de Salvador Aldrete, posterior se identifican parcelas agrícolas y rústicos, un bordo para abrevadero de ganado, a 242 m al sur se construye una bodega agrícola, y a 676 m una granja avícola. Al sureste a 242 m se ubica la localidad rural Las Azules con 132 habitantes y 36 viviendas.

ORIENTE: Limita con 79.79 m con la carretera de dos carriles Tepatitlán-Yahualica, posteriores predios de pastoreo y el bordo Las Azules formado por los arroyos Las Azules y el sin nombre que pasa en el costado sur de nuestra área de estudio. Al noreste a una distancia de 312 m se localiza la granja avícola Las Américas y posterior predios rústicos y agrícolas. A 859 m en esta misma dirección se ubica un caserío formado por 8 casas.

PONIENTE: Limita en 70.46 m con predio de Juan Pérez Rodríguez, el cual es un predio rústico, que limita con predios de similar uso, al surponiente a 79 m se ubica las instalaciones del Silo Gonbar (en construcción), a una distancia de 502 m se identifica una granja avícola que limita hasta una distancia de 1000 m con terrenos agrícolas y rústicos.

En ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la Planta. (Ver tabla 20 y mapa de uso del suelo).

Tabla 20. Uso de suelo para un radio de 500 m

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Camino de terracería, pecuario y agroindustrial	Camino empedrado, pastizal y la forrajera Arcilla Roja
Sur	Arroyo de temporal, Silo en construcción de la empresa GONBAR, bodega agrícola en construcción y predios agropecuarios	Silo de la empresa Gonbar y bodega agrícola en construcción, el resto son predios agropecuarios
Este	Carretera Mex-71, pecuario, cuerpo de agua	Vía de comunicación carretera, pastizal y un bordo de agua para uso agropecuario
Oeste	Pecuario	Industria pesada y de riesgo alto
Noreste	Pecuario y rancho ganadero	Pastizales y un rancho ganadero con bordos para uso de abrevadero de ganado
Noroeste	Carretera Mex-71, pecuario y avícola Américas	Vía de comunicación carretera, pastizal y la granja avícola Las Américas
Sureste	Carretera Mex-21, pecuario, localidad rural	Vía de comunicación carretera, pastizal y la localidad Las Azules
Suroeste	Arroyo de temporal, agroindustrial, agrícola	Silo de la empresa Gonbar y bodega agrícola en construcción, el resto son predios agropecuarios

V. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

5.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

5.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

El Análisis Preliminar de Riesgos (APR) es el precursor de otros métodos de análisis más complejos y es utilizado únicamente en la fase de desarrollo de las instalaciones y para casos en los que no existen experiencias anteriores, sea del tipo de implantación.

El APR selecciona los productos peligrosos que en este caso es el gas L.P. y los equipos principales de la planta. El método se puede considerar como una revisión de los puntos en los que pueda ser liberada energía de una forma incontrolada.

Fundamentalmente, consiste en formular una lista de estos puntos con los peligros ligados a:

Materias primas, productos intermedio o finales y su reactividad. Equipos de planta

1. Límites entre componentes de los sistemas
2. Entorno de los procesos
3. Operaciones (pruebas, mantenimiento, puesta en marcha, paradas, etc.)
4. Instalaciones
5. Equipos de seguridad

Los resultados de este análisis incluyen recomendaciones para reducir o eliminar estos peligros. Estos resultados son siempre cualitativos, sin ningún tipo de priorización. Sí bien todos los accidentes que ocurren en la industria son dados por diferentes factores y a nivel global son distintos por la forma en que se producen y las sustancias químicas que intervienen en ellos, todos comparten una característica común: son acontecimientos no controlados, constituidos en su inicio por las propiedades físicas y químicas del material y como causas iniciadoras, una serie de combinaciones de factores que conllevan a eventos no deseados (fugas, derrames, incendio y explosión, principalmente), ocasionando lesiones o muertes, daños de diversas magnitudes en la infraestructura de las instalaciones y al medio ambiente.

En cualquier circunstancia, decir que en una instalación determinada puede ocurrir una explosión, o un escape tóxico no es suficiente, sino que se requiere un estudio que indique

cuales son los mecanismos o secuencias de acontecimientos por los que el accidente puede tener lugar. El primer suceso de la cadena se conoce como suceso iniciador. Por lo general entre el suceso iniciador y el accidente se encuentra una secuencia de hechos que incluyen las respuestas del sistema y de los operadores, así como otros sucesos concurrentes. Todos estos factores se conocen como elementos del accidente.

El APR de origen químico que representa una planta de distribución de gas L.P. se inicia con el análisis de los antecedentes del proceso de riesgo por el almacenamiento de gas L.P. en plantas, que es base para analizar desde la probabilidad de ocurrencia de un incidente que derive en una fuga masiva de gas L.P. que forme una atmósfera explosiva, escenarios que pueden deberse a consecuencia de diferentes factores como el mal estado o funcionamiento del tanque de almacenamiento, errores humanos o defectos en de la toma de suministro de los auto-pipas, del sistema de tuberías, válvulas y bombas, así como por la falta de mantenimiento de las instalaciones o por daños físicos producidos por fenómenos naturales o socio-organizativos, siendo la causa más común la primera mencionada.

En general en las plantas de distribución de gas L.P. en el Estado de Jalisco han presentado incidentes leves, como fugas pequeñas, y flamazos en pipas. Por lo que un evento mayor (explosión de tanque de almacenamiento) tiene pocas probabilidades de ocurrencia, dadas los actuales sistemas de seguridad y prevención exigidos por la Secretaría de Energía y la ASEA que serán aplicados estrictamente por el áreas de seguridad de MAS Gas Hidrocarburos S.A. de C.V. en Tepatitlán de Morelos, además de la exigida por la Unidad Estatal de Protección Civil y Autoridades ecológicas estatales y federales, **pero esto no descarta la posibilidad de que se suceda un incidente de este tipo debido a descuido, negligencia o sabotaje.**

Con base en el siguiente diagrama se identifican de forma preliminar los peligros derivados del proceso en el trasvase-almacenamiento-distribución de gas L.P. en la Planta.

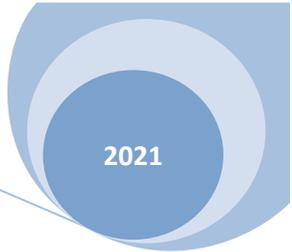


DIAGRAMA DE IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE PELIGROS EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V. EN LAS AZULES, TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO

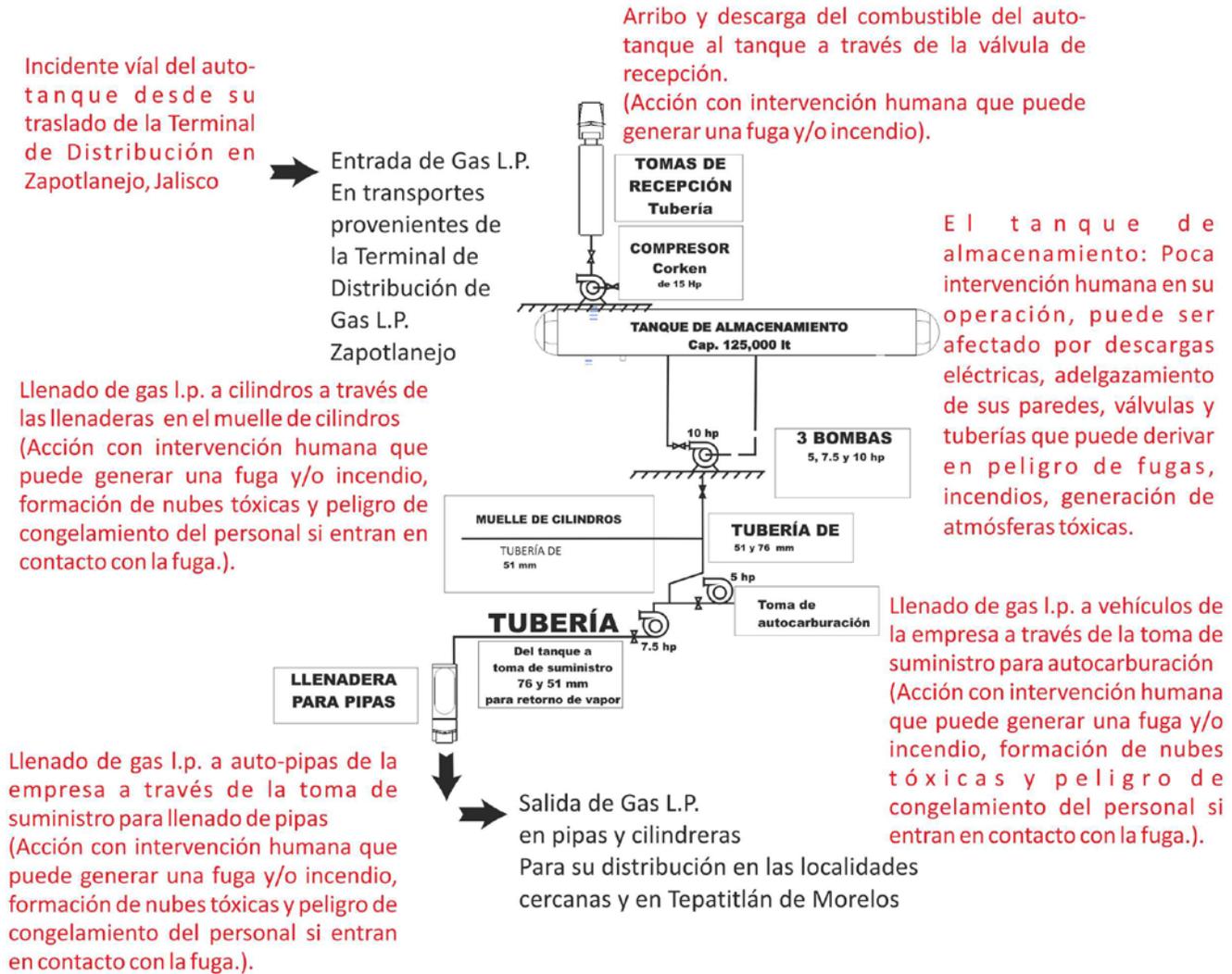
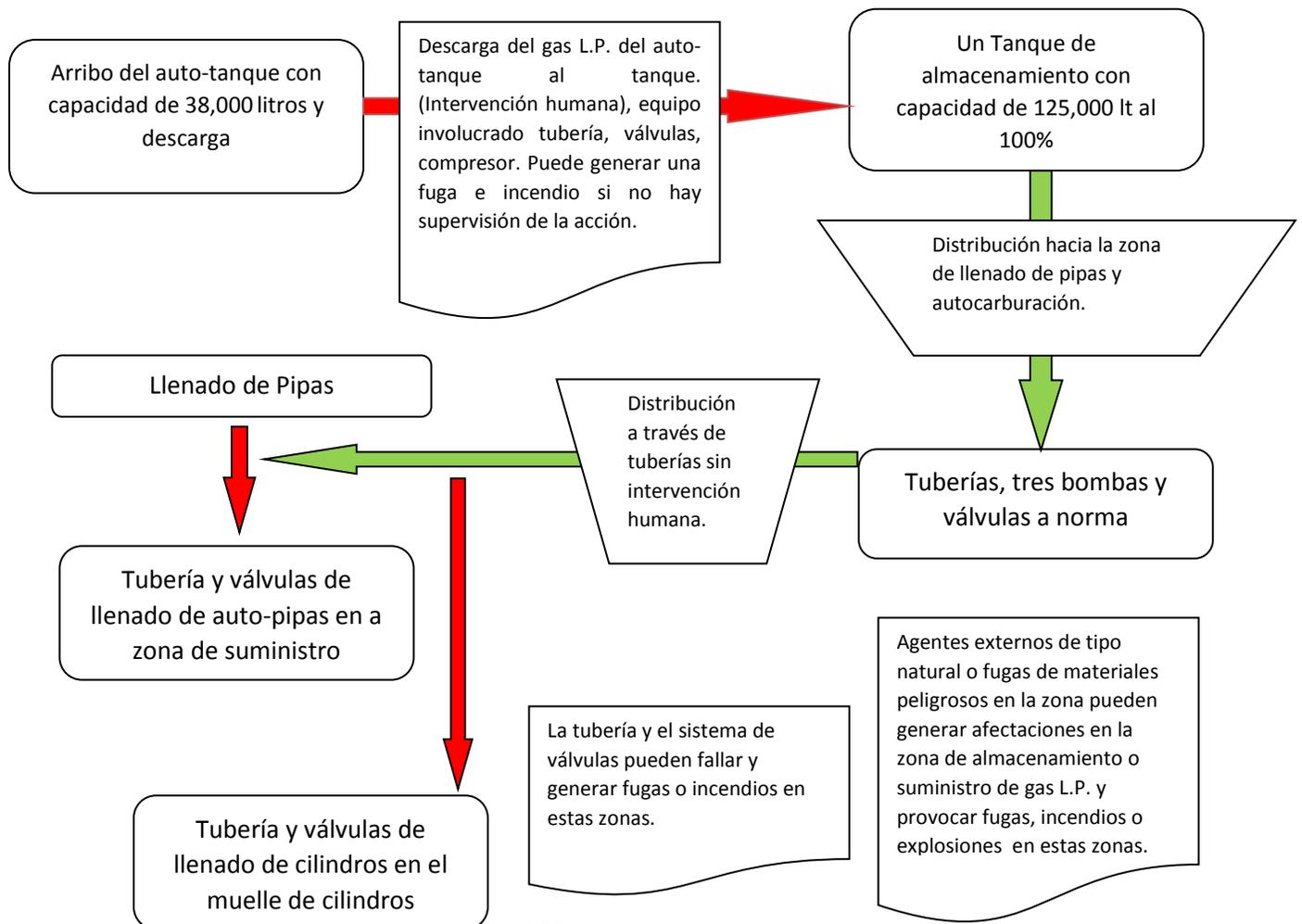


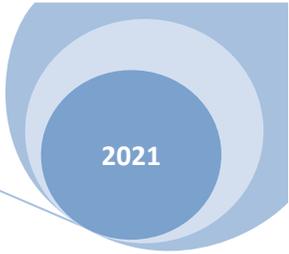
Figura 31

De los procesos de peligros inferidos del análisis del diagrama de flujo y los planos mecánicos de la planta (ver anexos), los peligros son de forma preliminar se ubican en:

- La recepción del gas L.P. por el autotanque en la toma de recepción hacia el tanque de almacenamiento a través de la tubería y compresor.
- Almacenamiento del Gas L.P. en el tanque de almacenamiento
- Tubería de suministro de gas hacia la zona de llenado de pipas y la zona de auto-carburación.
- Fallo en válvulas y tubería por desgaste natural o falla de fábrica, lo que puede provocar fugas no controladas en la zona de almacenamiento o en el sistema de suministro a pipas y zona de auto-carburación.
- Labores de mantenimiento al tanque de almacenamiento, el sistema de distribución de tuberías y válvulas para la recepción y el suministro.

La identificación y determinación preliminar de los riesgos inherentes al proceso de almacenamiento-distribución de gas L.P., se describe en el siguiente diagrama:



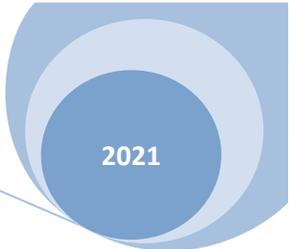


5.1.1.1. Listas de comprobación y el análisis de riesgos

Identificados los peligros preliminares, se realiza la tipificación de los posibles peligros a partir de un sistema de listado, el que resume y sirve de base para elaborar listas de comprobación y el análisis de riesgos de los siguientes apartados de este análisis de riesgo. Cabe decir que son todos los que están, aunque puedan no estar todos los que son; se trata de listas indicativas, pero no exhaustivas. Las prevenciones que se mencionan lo son en el sentido de que deben ser debatidas por el consultor, el ingeniero responsable del proyecto y el promovente o su representante, considerando el grado de criticidad de estos (primero, para la seguridad; segundo, para el proceso).

Cuadro 45: Identificación de riesgos por fuentes y prevención por tipos de equipo en la planta

Número de orden	Equipo	Riesgos a considerar (ver lista en Cuadro 46)	Prevenciones a considerar (ver lista en Cuadro 47)
1	Recipientes a presión Autotanque de almacenamiento Tanque de almacenamiento de gas L.P en la Planta		A-B-C-D E F-H-J H-J-L-M-N-O H-J-L-M-N-O F-M-O-P M-Q M-Q J-R M-H-O-P-R F-M-O-P B, D, F



2	Motores eléctricos	30 40 22 12 47	S AN AN-AO B BE
3	Compresores	30 22 11 ↓ 14	S AN-AO C-AC-AU
4	Bombas	30 22 11 ↓ 42 ↙ 43 ↙ ↓ 14 ↓ 9 → 24 44 43 ← 47	S AN-AO C-AC-AU AY F-H-J AK-AL BE
5	Tubería en general	10 ↓ 14 ↓ 26 ↙ ↓ 9 ↓ 6 ↓ 24 ↓ 28 45 ↙ 29 31 32 12 15 24 ↙ ↓ 14	A-B E-AY F-H-J V M X A A Z AM AP

6	Válvulas de control	22 23 36 41	D-AI-AO-AU D-AI-S-AU D-AI-AU AT-AU
7	Operadores humanos	19 20	C C
8	Parada de emergencia y anillos de control accionados por la misma	22 23 36 41	D-AI-AO D-AI-S D-AI AT
9	Instrumentación crítica	22 23 36 41	D-AI-AO-AU D-AI-S-AU D-AI-AU AT-AU
10	Equipo eléctrico para acometida y conexiones	11 ↓ 45 45 21 28	AY-AR-BG BG BG J-Z-BB V
11	Venteos directos de cada tanque de almacenamiento de gas L.P.	2 6 ↓ 13 7	F-M-O-P M J-L-M-N M
12	Sistemas subterráneos para drenajes	1 ↓ 2 ↘ ↓ 5 4 26 ↓ 9 ↓ 6	F-O-P F-O-P M-Q AA E F I-J-O
13	Almacenamiento y manipulación de materiales peligrosos y residuos en la zona cercana al área de gas L.P.	Materiales y residuos en diques de contención	G, J
14	Escaleras, pasarelas y plataformas en la zona de almacenamiento de gas L.P.	15 25 26 29 44	AM U E-AY X L-AK

Cuadro 46. Lista de riesgos a considerar en el Cuadro 45

- 1 Riesgo de incendio de gases.
- 2 Riesgo de incendio de líquidos y sus vapores.
- 4 Riesgo de propagación del incendio a otras zonas.
- 5 Riesgo de explosión.
- 6 Riesgo de emisión tóxica.
- 7 Riesgo de corrosión (quemadura química).
- 9 Riesgo de fuga de fluidos.
- 10 Riesgo de sobrepresión.
- 11 Riesgo de sobrecalentamiento.
- 12 Riesgo de quemadura térmica.
- 13 Riesgo de intoxicación.
- 14 Riesgo de rotura.
- 15 Riesgo de caída.
- 16 Riesgo de daño mecánico a equipo adyacente.
- 17 Riesgo de reacción descontrolada.
- 18 Riesgo de evaporación súbita.
- 19 Riesgo de no poder consultar instrumentación.
- 20 Riesgo de no poder accionar elementos de control manual (válvulas, etc.).
- 21 Riesgo de electrocución.
- 22 Riesgo de anulación por falta de energía de accionamiento.
- 23 Riesgo de anulación por fallo en las líneas de transmisión.
- 24 Riesgo de congelación.
- 25 Colapso de estructuras soportantes en caso de incendio en su proximidad.
- 26 Adelgazamiento de paredes por efecto de la corrosión.
- 27 Debilitamiento de cables y otros elementos de manipulación por estiramiento o desgaste.
- 28 Riesgo de descargas por electricidad estática y corrientes vagabundas.
- 29 Riesgo de rayos.
- 30 Riesgo de daños por elementos móviles o giratorios.
- 31 Cierre indebido de válvulas en las entradas.
- 32 Apertura indebida de válvulas en las entradas.
- 33 Interrupción del reflujo en parte alta o en corrientes laterales.
- 36 Fallo de controladores automáticos.
- 37 Avería de los elementos internos (rellenos, pisos, etc.).
- 38 Interrupción de la fase líquida (absorbente o calentada).
- 40 Fallo de los flujos de proceso y servicios procedentes de las máquinas accionadas por los mismos.
- 41 Riesgos múltiples derivados del descontrol de proceso. (Estudiarlos y detallarlos).
- 42 Cavitación, pulsación, golpeteo y autodestrucción.
- 43 Rotura como fuente de ignición.
- 44 Riesgo por dificultades de mantenimiento o mantenimiento.
- 45 Riesgo como fuente de ignición.
- 46 Sismo y viento.
- 47 Vibraciones.
- 48 Asentamiento diferencial de cimientos.

* tomada de Storch de Gracia (2001)

Cuadro 47. Lista de prevenciones a considerar en el Cuadro 45

A	Elementos para alivio de presión
B	Despresurización, venteo, drenaje, purga
C	Automatización de las acciones para control del proceso
D	Doble anillo (redundante) para indicación, alarma, control
E	Sobreespesor de corrosión, revestimiento interior
F	Detección de fugas
G	Contención de derrames (diques, cubetos, drenajes)
H	Parada de emergencia
I	Neutralización
J	Equipo de protección individual
K	Bocas de hombre y acceso adecuado a las mismas para entrada y/o inspección del interior, inspección periódica
L	Doble vía de acceso y escape
M	Distancia (la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de esta variable), evitación de ignición por tener fuego abierto y favor del viento dominante
N	Ventilación natural o forzada
O	Riego con agua pulverizada
P	Medios para extinción
Q	Protección mecánica (muros) contra onda y piezas voladoras
R	Muros y puertas cortafuego (pero accesible para escape y extinción)
S	Protección mecánica contra la acción de piezas móviles
T	Protección especial de las líneas para transmisión
U	Elección adecuada de materiales e ignifugado
V	Puesta a tierra
X	Pararrayos
Y	Anillos rigidizadores y refuerzos interiores
Z	Aislamiento térmico o eléctrico para protección personal en las zonas accesibles al contacto ($t \geq 60^\circ\text{C}$), aparte del aislamiento térmico de proceso
AA	Sellos para evitar transmisión de fuegos y explosiones
AD	Parada de la alimentación de combustible
AG	Inyección de agua o de vapor de agua
AH	Secado de la instalación antes de su puesta en marcha
AI	Fallo en posición segura
AJ	Elección del absorbente adecuado
AK	Espacio suficiente para el desmontaje y manejo de piezas
AL	Espacio y acceso adecuado para accionamiento de válvulas.
AM	Protección contra caídas (pasarelas, barandillas, escaleras con jaula)
AN	Duplicación del equipo crítico para alimentación con dos fuentes de accionamiento y energía independientes
AO	Grupo electrógeno de emergencia para corrientes y servicios críticos
AP	Calefacción o acompañamiento térmico
AR	Protección contra la entrada de agua y polvo
AT	Revisión detallada según anillos de control, variables afectadas y equipo afectado
AU	Bypass (con accionamiento manual o automático)
AV	Estrangulamiento en la succión

AY	Inspección y pruebas periódicas.
BB	Protección mecánica y eléctrica contra contacto eléctrico.
BE	Atención a la alineación correcta de ejes.
BF	Consideración y precauciones en el diseño de obra civil.
BG	Protección antiexplosión.

* tomada de Storch de Gracia (2001)

Ahora, con base en el análisis de la susceptibilidad a peligros naturales y antropo-naturales descritos en el punto 4.3 se hace la identificación de cuales pueden afectar al proyecto "durante su construcción y operación además de su entorno.

No	Peligro Identificado	Si	No	Observaciones
1	Sismicidad			Bajo por ubicarse en la zona B de la zonificación sísmica de la CFE-CENAPRED
2	Vulcanismo			Peligro es muy bajo, solo puede caer una ligera capa de ceniza en caso de que los vientos transporten una eventual nube de ceniza derivada de actividad explosiva de los volcanes Colima o Ceboruco
3	Hundimientos o colapso de los suelos			Moderada susceptibilidad
4	Deslizamiento			No aplica, por ser una planicie
5	Maremotos			No aplica por estar alejada de las costas
6	Lluvias Torrenciales			Bajo a moderado
7	Inundaciones			Moderado por la presencia de un arroyo al sur, pero es de segundo orden
8	Granizadas			Muy baja probabilidad de ocurrencia
9	Tormentas Eléctricas			Baja susceptibilidad
10	Nevadas			Baja susceptibilidad
11	Vientos Huracanados			Baja susceptibilidad
12	Huracanes			No aplica por estar alejada de las costas
13	Tornados			Muy Baja a nula susceptibilidad
14	Incendios Urbanos			No aplica por estar alejada de zonas urbanas
15	Incendios Forestales			No aplica por estar cerca de áreas boscosas
16	Incendios de pastizales			Moderada susceptibilidad en el sector oeste y sur, al norte y este existe un camino rural y una carretera

Tabla 21

5.1.1.2. Análisis HAZID

Los estudios HAZID son una herramienta para identificar riesgos y peligros, que se aplica al inicio de los proyectos en cuanto están listos los diagramas del flujo de procesos, los borradores de los balances de masa y temperatura y los gráficos de disposición óptima de componentes. También es necesario conocer las infraestructuras existentes, el clima y

datos geológicos, geofísicos, geomorfológicos, puesto que pueden ser el origen de peligros externos.

El método es una herramienta que facilita el diseño, que ayuda a organizar los entregables sobre Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de un determinado proyecto. En la técnica de brainstorming normalmente participa personal del diseñador y del cliente de los ámbitos de ingeniería, gestión de proyectos, operaciones y mantenimiento.

Los hallazgos más destacables y los peligros que se hayan identificado permitirán poder cumplir con los requisitos en materia de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente, formando parte del Registro de Riesgos del proyecto que exigen las leyes de numerosos países.

Al realizar un estudio HAZID, el estado de desarrollo del proyecto es esencial, debido a que se deberá alcanzar un equilibrio para determinar si es apropiado llevar a cabo un estudio suficientemente temprano para afectar las decisiones que serán tomadas o si es preferible esperar a un estudio posterior, cuando haya más información disponible. Es por esto que hay dos tipos de HAZID:

Conceptual: Aplica a proyectos en etapa de definición, y analiza conceptos tales como características físicas, socio-económicas, accesibilidad, etc. de la localización donde se llevará a cabo el proyecto, como así también una descripción general de las tareas involucradas. Es, por lo tanto, una descripción global del alcance del trabajo y su realización es en las etapas iniciales del proyecto. Este estudio es diseñado para aplicarse en las primeras etapas de un proyecto para identificar todos los riesgos sistemáticos asociados a las instalaciones o la actividad.

Detallado: Un HAZID detallado se realiza cuando el proyecto se encuentra en las etapas en las que el diagrama de proceso se ha desarrollado, como así también un inventario de los riesgos y parámetros que describen las actividades consideradas y los métodos con los cuales se llevarán a cabo. Este enfoque puede adoptarse para analizar Riesgos en plantas existentes. Los estudios HAZID son particularmente útiles cuando los equipos, procesos o planta han variado de su diseño original.

Este tipo de estudio es particularmente útil cuando se consideran aspectos fuera del proceso en sí mismo, tanto de seguridad como ambientales, con respecto a operaciones y procesos a llevar a cabo en la instalación.

A diferencia del HAZID conceptual, en este caso hay información lo suficientemente significativa, cuyos documentos más relevantes son los siguientes:

- Diagrama de flujo / Diagramas P&I
- Balances de masa
- Planos de la planta
- Descripción de los procesos incluyendo todas las operaciones proyectadas
- Descripción del proyecto, incluyendo todas las opciones, problemas de ciclo de vida y flexibilidad planificada de la planta
- Política de seguridad
- Política operativa

El método de estudio es una combinación de la identificación y análisis de los riesgos contemplados en una Lista de Verificación y las conclusiones llegan luego de un torbellino de ideas (brainstorming). Lo realiza un equipo multidisciplinario de personas competentes en las operaciones involucradas y sobre todo conocedoras de los aspectos específicos de las operaciones de cada planta en particular.

El equipo es coordinado por un Ingeniero hábil en manejo de grupos y en los aspectos de la técnica HAZID. Los principales peligros a evaluar en el presente APR son los siguientes:

1. Corrosión externa. Derivada de los efectos atmosféricos, se debe incluir la originada por influencia microbiológica (MIC), en caso de existir evidencia de la presencia de este fenómeno de corrosión.
2. Corrosión interna. Derivada de agentes químicos en el interior del tanque y equipos, así como debe incluir la originada por influencia microbiológica interna (MIC), en caso de existir evidencia de la presencia de este fenómeno de corrosión.
3. Defectos de fabricación. Se deben considerar los defectos en la costura y en el metal base.
4. Construcción. Incluir los defectos en la soldadura circunferencial, alineamiento y doblez por flexión o pandeo, daños en el recubrimiento, conexiones, dobleces, abolladuras, rasgaduras, o la combinación de éstos.
5. Equipo. Se refiere a dispositivos diferentes a la tubería y a sus componentes. Debe incluir actuadores, válvulas de seccionamiento y aislamiento, principalmente.
6. Daños por terceros. Se deben incluir aquellos daños que provocan una falla.
7. Operaciones incorrectas. Se deben considerar las operaciones incorrectas como resultado de procedimientos de operación incorrectos, seguir procedimientos

equivocadamente o no aplicar los procedimientos establecidos o la inexistencia de procedimientos para actividades críticas o peligrosas. También se consideran operaciones incorrectas aquellas operaciones no deseadas o no ordenadas en actuadores u otros componentes automáticos o controlados a distancia.

8. Clima y fuerzas externas. Se deben incluir tormentas eléctricas, lluvia o inundaciones, sismos, erosión.

Para establecer los niveles de riesgo con la cual se calificaron y jerarquizaron los peligros identificados, asignando niveles de CONSECUENCIAS de acuerdo a lo que indica la Tabla IV.1, así como la FRECUENCIA de falla de acuerdo a lo que establece la Tabla IV.2, con lo cual, mediante lo establecido en la Tabla IV.3, se determina el Nivel de Riesgo del peligro identificado.

Gravedad	Salud y seguridad	Medio ambiente	Economía	Reputación
1	<ul style="list-style-type: none"> - Primeros auxilios - Efectos menores en la salud - No requiere evacuación 	<ul style="list-style-type: none"> - Impactos insignificantes al ambiente - Emisión pequeña, pero notificable. - Queja <\$20 000 	<ul style="list-style-type: none"> - Daños al equipo o costos de producción menores a \$20 000 	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto insignificante: preocupaciones individuales.
2	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuda médica o trabajo limitado - Efectos medios en la salud - Requiere unidad de evacuación 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones en el sitio con la remediación inmediata disponible - Derrame mayor a 1m³ - Menor esfuerzo de mitigación requerida por revocación total. - Notificable \$20 000 a \$200 000 	<ul style="list-style-type: none"> Daños al equipo o costos de producción entre \$20 000 y \$ 200 000 	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura periodística local; quejas informales múltiples de la comunidad; Preocupaciones del propietario

3	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo perdido por lesiones. - Efectos significantes a la salud - Evacuación requerida de Área 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones en el sitio con contaminación prolongada - Gran derrame contenido en el sitio - Emisión fuera de sitio con remediación inmediata disponible Incumplimiento \$200 000 a \$2M 	<p>Daños al equipo o costos de producción entre \$200 000 y \$2M</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura periodística provisional; gran preocupación de la comunidad; quejas formales y/o repetidas.
4	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones permanentes o discapacidades. - Efectos a la salud mayores. - Requiere evacuación De instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisión fuera del sitio con contaminación prolongada. - Gran derrame fuera del sitio (licencia temporalmente cancelada) - Incumplimiento resultante en la ejecución - \$2 000 000 a \$20 000 000 	<p>Daños al equipo o costos de producción entre \$2 000 000 a \$20 000 000</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura periodística Nacional; gran indignación de la comunidad; Litigación
5	<ul style="list-style-type: none"> - Muerte - Efectos graves a la salud. - Requiere evacuación de la comunidad e instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida irrevocable, sin mitigación posible. - Licencia cancelada - Pérdida permanente de uso del área. >\$20 000 000 	<p>- Daños al equipo o costos de producción mayores a \$20 000 000</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura periodística Nacional e Internacional

Tabla 22

Tabla 23. Frecuencia de ocurrencia de los eventos

Frecuencia		Criterios de Ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		Cualitativo
Muy Alta	F5	1	0 a 1 año	El evento puede presentarse en el próximo año.
Alta	F4	0.1	>1 a 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años.
Media	F3	0.01	>10 a 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones.
Baja	F2	0.001	>100 a 1 000 años	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.
Remota	F1	0.0001	>1 000 a 10 000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra.

Tabla 24. Matriz de riesgos

		B	B	A	A	A
1		B	B	A	A	A
2		C	B	B	A	A
3	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS	C	C	B	B	A
4		C	C	C	B	B
5		C	C	C	C	B
		1	2	3	4	5
		FRECUENCIA				

Tabla 25. HAZID aplicado a la Planta de Distribución Gas L.P. de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V.

(F1) Frecuencia (C2) Consecuencia (3) Nivel de Riesgo

Rev1 Análisis HAZID Instalación 1: Planta para distribución de GLP			Etapa: Proyecto aún no en operación. <i>Análisis realizado para la etapa de operación con la ingeniería básica</i>				Febrero de 2021
ID	Peligro Potencial	Descripción del Peligro	Consecuencias del Peligro	F1	C2	NR3	Recomendaciones y/o Comentarios
1	Corrosión externa	Presencia de corrosión atmosférica en la instalación	Presencia de fugas de gas L.P. por daños al material	2	3	C	Ninguna. Es un equipo paquete que está fabricado con materiales resistentes a la corrosión.
2		Presencia de corrosión atmosférica tuberías y accesorios	Presencia de fugas de gas L.P por daños al material	2	3	C	Implementar protección mecánica en tuberías de conducción de combustible.
3	Corrosión interna	Corrosión interna de tuberías y equipos	Ninguna	1	1	C	El Gas L.P. a manejar cumplirá con las especificaciones de la NOM-001-SESH-2014 con la finalidad de no causar afectaciones internas a la tubería y equipos.
4	Defectos de fabricación	Defectos en el sistema de almacenamiento de Gas L.P.	Fugas de Gas L.P. Potencial formación de fuego/Explosión. Pérdidas económicas. Daños a la comunidad.	3	3	B	Recomendación: Implementar sistemas para detección de mezclas explosivas, conos para determinar la dirección del viento y sistemas de neblinas para la dispersión de mezclas explosivas.
5		Tuberías y accesorios fuera de especificación	Fugas de Gas L.P.	3	3	B	Recomendación:

Rev1 Análisis HAZID Instalación 1: Planta para distribución de GLP			Etapa: Proyecto aún no en operación. <i>Análisis realizado para la etapa de operación con la ingeniería básica</i>				Febrero de 2021
ID	Peligro Potencial	Descripción del Peligro	Consecuencias del Peligro	F1	C2	NR ³	Recomendaciones y/o Comentarios
			Potencial formación de fuego/Explosión. Pérdidas económicas. Daños a la comunidad.				Implementar sistemas para detección de mezclas explosivas, conos para determinar la dirección del viento y sistemas de neblinas para la dispersión de mezclas explosivas.
6	Construcción	Defectos en conexiones rápidas y tuberías de entrada y salida a la Planta	Fugas de Gas L.P. Potencial formación de fuego/Explosión. Pérdidas económicas. Daños a la comunidad.	3	3	B	Recomendación: Implementar sistemas para detección de mezclas explosivas, conos para determinar la dirección del viento y sistemas de neblinas para la dispersión de mezclas explosivas.
7	Equipo	Falla de accesorios (válvulas manuales, actuadores y/o bombas)	Desabasto de GLP a la región	3	2	C	Incluir en el programa anual de mantenimiento la inspección periódica de accesorios.
8		Vandalismo	Robo de partes de las instalaciones de la Planta. Pérdidas económicas.	3	3	B	Planta supervisada y vigilada las 24 horas con acceso restringido.

9	Daños por terceros	Terrorismo	Fugas de GLP Potencial formación de fuego/Explosión. Pérdidas económicas. Daños a la comunidad.	3	3	B	La Planta estará protegida con barda perimetral y custodiada las 24 horas, además, en caso de presentarse un acto terrorista se activarán los planes de atención a emergencias, así como la venta de GLP a los clientes.
Rev1 Análisis HAZID Instalación 1: Planta para distribución de GLP			Etapa: Proyecto aún no en operación. <i>Análisis realizado para la etapa de operación con la ingeniería básica</i>			Febrero de 2021	
ID	Peligro Potencial	Descripción del Peligro	Consecuencias del Peligro	F1	C2	NR3	Recomendaciones y/o Comentarios
10	Operaciones incorrectas	Falta de mantenimiento	Posibles fallas en tuberías y equipos.	3	2	C	La operación de la Planta de Gas L.P. será mediante personal capacitado.
11		Falta de procedimientos de operación.	Posibles fallas en tuberías y equipos.	3	2	B	La operación de la Planta será mediante personal que estará siendo capacitado periódicamente con estricto apego a los procedimientos de operación de los equipos paquete proporcionados por el fabricante y con apego a los procedimientos establecidos por el fabricante.
12	Clima y fuerzas externas	Presencia de tormentas eléctricas	Posible caída de rayo con afectación a infraestructura	2	2	B	Instalar aparta rayos en puntos estratégicos de la Planta de GLP

Rev1 Análisis HAZID Instalación 1: Planta para distribución de GLP		Etapa: Proyecto aún no en operación. <i>Análisis realizado para la etapa de operación con la ingeniería básica</i>					Febrero de 2021
ID	Peligro Potencial	Descripción del Peligro	Consecuencias del Peligro	F1	C2	NR3	Recomendaciones y/o Comentarios
13	Clima y fuerzas externas	Presencia de lluvias torrenciales o inundaciones	Inundación interna de la Planta Presencia de hundimiento o colapso del suelo	2	2	B	La pendiente del pavimento está calculada para el correcto desalojo de las aguas fluviales, por lo tanto, será por gravedad
14		Presencia de vientos huracanados	Inundación interna de la Planta Presencia de colapso del suelo	2	2	B	Por seguridad todo el escurrimiento será por gravedad, debido a las pendientes que se dejaron en el pavimento. Ya que el drenaje puede ser peligroso al poder acumular gases
15		Efecto por sismos	Daños a infraestructura de la Planta	2	2	B	La Planta se ubicará en una zona donde la presencia de sismos es Baja, clasificada como tipo C, pero las normas de construcción han considerado este factor

Tabla 26

5.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES

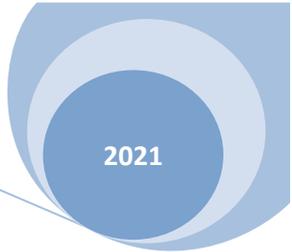
Los reportes de accidentes en plantas de almacenamiento o de autoconsumo de gas L.P. en el país, son casi nulos, el más grave ocurrió en instalaciones de PEMEX en San Juan Ixhuatepec, Distrito Federal, el 19 de noviembre de 1984, donde se sucedió una serie de fugas de gas L.P. que formaron una mezcla turbulenta de líquido y gas que se expandió rápidamente en el aire, como una nube de vapor, que dio lugar a una bola de fuego que se inflamo al encontrar una fuente de ignición, ocasionando gran cantidad de muertes y heridos con quemaduras graves, afectando un perímetro de cientos de metros del sitio del incidente.

México ocupa el cuarto lugar mundial como consumidor de este energético y que más de 80 millones de mexicanos lo utilizan en sus hogares, y que en el valle de México se consume 33.5 por ciento del consumo total de gas LP en el país; por tal motivo, un factor importante en el índice de accidentes en gas L.P. radica en el transporte en cilindreras, pipas y autotransportes, y muy reducido en plantas, autoconsumos o estaciones de carburación.

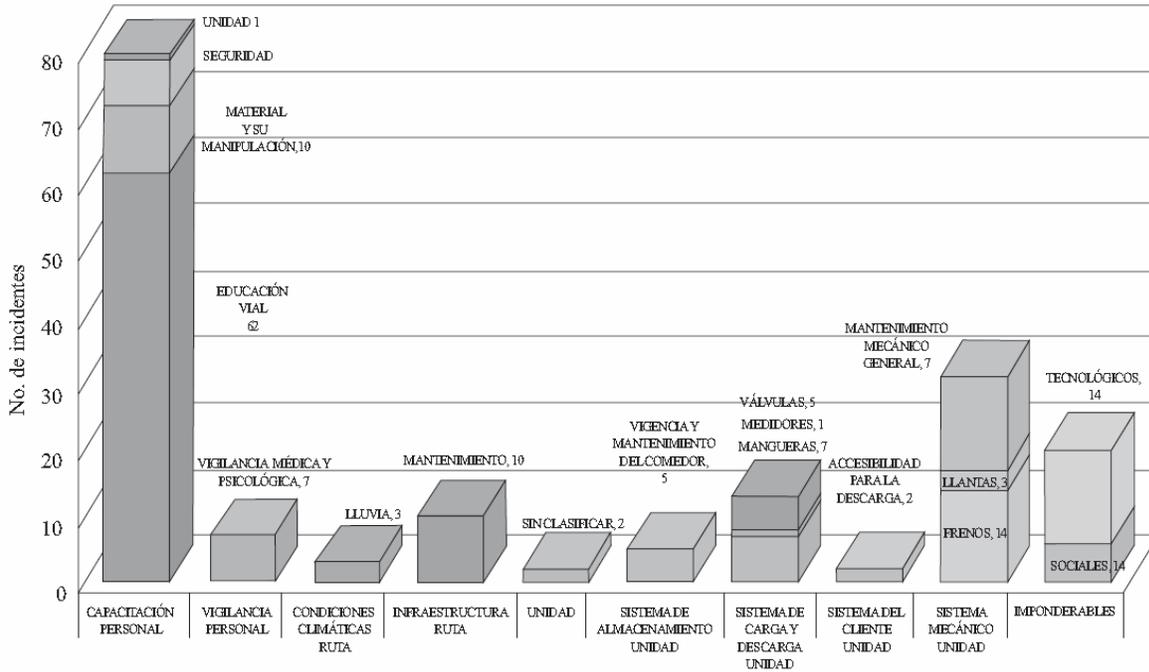
De acuerdo con el ACARMEX (2000) (base de datos generada por el Área de Accidentes Carreteros en México del CENAPRED y transferida a la SCT) respecto a la incidencia de accidentes carreteros en los estados es el Estado de México el que presenta el mayor número de accidentes (14%), seguido de Michoacán, Puebla y Veracruz con 7%.

Cuadro 48: Causas de accidentes en caminos y carreteras, en donde se involucra gas LP (ACARMEX, 2000).

Causa	%	Causa	%
Exceso de velocidad	37.97	Explosión	1.80
Fallas mecánicas	12.44	Peatón	1.64
Causa desconocida	11.62	Incendio	1.31
Invasión de carril	6.22	Camino	1.15
No reportado	4.91	Estado de ebriedad	0.65
No ceder el paso	4.42	Falta de señalamiento	0.65
Choque	4.26	Carga mal sujetada	0.33
Pérdida de control	3.11	Clima	0.33
Distancia de seguridad	2.62	Semoviente	0.33
Mala ejecución de vuelta	2.45	Total	100
Cansancio	1.80		



López-Atamoros et al, (2010) realizan la clasificación de accidentes con gas L.P. en México



Clasificación para Personal-Ruta-Unidad-Imponderables

Figura 33. Clasificación de los accidentes por causa inicial. Fuente: Base nacional de datos de accidentes durante el transporte de gas LP (BNDAT@GLP)

De acuerdo a los datos y la gráfica anterior, se muestra que en el año 2000 hubo un incremento en el uso de gas LP para consumo doméstico, industrial y como combustible para vehículos. Este incremento de consumo muestra también un incremento en el número de accidentes en el transporte de GLP en México, a diferencia de los casi nulos accidentes que se han sucedido en plantas de almacenamiento y en autoconsumos de particulares, y los existentes han reportado como flamaos o incendios de pipas en sus zonas de estacionamientos, pero no en tanques o zonas de recepción y suministro.

La gravedad de los daños ocasionados por los accidentes en el transporte del GLP tanto a la salud de los individuos, a la propiedad y al ambiente, han sido muy variados, y dependen en gran medida del tipo del estado de los transportes, la cantidad involucrada, así como de las condiciones atmosféricas imperantes.

Tabla 27. Los accidentes dentro de plantas de almacenamiento en los pasados años son los siguientes

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	24/06/2008	Ciudad de Guatemala	Planta de distribución de GLP de Zeta Gas	GLP	Explosión de una nube de gas L.P. derivada de una fuga en un auto-pipa en el interior de la planta	Incendio de una fuga de gas LP y formación de una voluta	12 heridos afectados por voluta, los cuales viajaban en un autobús que pasaba al costado de la planta al momento del incidente.	Control por bomberos de la ciudad de Guatemala	Expansión
2	15/10/2013	Parque Industrial Chachapa en Amozoc, Puebla	Planta de distribución de GLP de Gas Pronto de TOMZA	GLP	Explosión del tanque de almacenamiento de 150,000 lt, 17 auto-pipas, con capacidad de 5 y 10 mil lt, 400 cilindros de 20 Kg dentro de la planta	Desconocido	7 fallecidos 4 heridos	Control por parte de Protección Civil municipal	El Economista y Periódico Intolerancia
3	8/03/2019	Parque Industrial Bruno Pagliai Veracruz, Veracruz	Planta de distribución de GLP de Gas Atlántico de Regio Gas	GLP	Explosión en el muelle de llenado de cilindros	Desconocido	1 fallecidos 4 heridos	Control por parte de Protección Civil municipal	Agencia de Noticias RTV
4	24/08/2020	Municipio de Ciudad Obregón, Sonora	Planta de distribución de GLP de Gas Rivera	GLP	Explosión de muelle de cilindros	Desconocido	Personal de la empresa 2 empleados heridos y 3 bomberos	Control por parte de Protección Civil municipal	La Jornada
5	29/03/2020	Xalapa, Veracruz	Planta de distribución de GLP de Gas de Xalapa	GLP	Incendio de dos auto-tanques	Fuga e incendio de un auto-tanque y afecto al segundo	Sin afectaciones	Control por bomberos de Xalapa	Agencia de Noticias RTV Política al Día

6	28/11/2020	Chimalpa, Tlaxcala	Planta de distribución de GLP de Monse Gas	GLP	Explosión de 3 auto-pipas en el estacionamiento interno	Desconocido	Sin daños a empleados y bomberos	Control por parte de Protección Civil municipal	El Sol de Hidalgo
7	11/02/2000	Durango, Durango	Planta de distribución de GLP de Regio Gas	GLP	Explosión de 5 auto-pipas con capacidad de 2500 lt c/u 1964 cilindros de 30 y 40 kg de capacidad y 36 camionetas	Desconocido	Sin daños a empleados y bomberos	Control por parte de Protección Civil municipal	La Jornada



Figura 34. Fotografía del incendio de la planta de Gas Rivera en Cajeme, Sonora el 24 de agosto de 2020

Figura 35. Fotografía del incendio de la planta de Monse Gas en Chimalpa, Tlaxcala el 28 de noviembre de 2020



Figura 36. Fotografía del incendio de la planta de Gas Pronto en Amozoc, Puebla el 15 de octubre de 2013



5.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO

Para el desarrollo de este apartado se seleccionó el HAZOP porque es un método completo y por lo regular se utiliza en sistemas de proceso de la industria energética para evaluar el riesgo considerando factores como: tipo de proceso y las condiciones de operación.

El Estudio de HAZOP se basa en analizar, en forma metódica y sistemática, el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones de riesgo.

Para la realización del análisis de riesgo, se seleccionó la metodología HAZOP por ser la más recomendable para instalaciones, en donde se identifican las desviaciones a las condiciones normales de diseño, así mismo es ampliamente usada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en etapas de diseño y operación.

Los aspectos complementarios en la identificación de peligros y evaluación de riesgos, utilizados en el presente análisis de riesgos, se indican a continuación:

1. HAZOP. Metodología de análisis de riesgos que analiza las variables operacionales de sistemas de tuberías y equipos de proceso, para determinar las posibles fallas en la operación de los mismos, mediante la designación de Nodos y la aplicación de palabras guía. Este método da como resultado la matriz de riesgos.

Es importante resaltar que con este método se analizan las desviaciones propias que pueden presentarse con la operación, y deriva en recomendaciones que son complementarias para aumentar la seguridad en la operación de la misma.

2. En la elaboración del HAZOP se asignan ponderaciones a los parámetros de Probabilidad y Severidad, con lo que, en base a lo establecido en la matriz de riesgos, se determina el Nivel de riesgo de cada desviación analizada. Con lo anterior, una vez realizado el HAZOP se realiza la Matriz de Riesgo de acuerdo a los resultados del mismo.
3. Una vez identificadas las desviaciones (fallas) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP, se identificaron y describieron las fallas de mayor riesgo con repercusiones al ambiente.
4. Para el conjunto de fallas identificado, se determinó la probabilidad de ocurrencia con la metodología árbol de fallas.
5. De acuerdo a lo anterior, se propusieron los escenarios de riesgo para simulación.

A manera de resumen, en el presente Análisis de Riesgos se emplearon las siguientes metodologías:

- a) HAZOP para determinar las desviaciones (fallas) de mayor riesgo en las instalaciones y el transporte de combustibles, mismas que pueden repercutir en eventos de riesgo con potencial daño a la infraestructura y medioambiente.
- b) Árbol de Fallas, para determinar la probabilidad de ocurrencia de desviaciones de mayor riesgo ambiental identificadas en el HAZOP y proponer escenarios de simulación.
- c) Software ARCHIE y Phast, para realizar el análisis de consecuencias acorde a los resultados de simulación.

La información necesaria referente a la Instrumentación de la Planta para Distribución de Gas L.P. se obtuvo de los Planos del Proyecto elaborados en la fase de Diseño presentados y la memoria técnica presentada al final de este ARH.

El HAZOP fue realizado bajo el siguiente procedimiento:

1. Selección de nodos

El proceso se analiza seccionándolo en partes discretas o nodos. Un nodo es generalmente una línea o un recipiente o un procedimiento. Los nodos deben ser bastante pequeños para ser manejables, y a la vez lo bastante grandes para reducir la duplicación y hacer buen uso del tiempo.

2. Registre la intención, los parámetros de diseño y las condiciones de proceso. Es decir, parámetros de diseño del equipo, condiciones de operación normales y máximas. Esto incluye típicamente la temperatura, la presión, la composición, el nivel, el flujo, etc.

3. Repase con el equipo la matriz de desviación preparada previamente para este nodo y agregue otras desviaciones si es necesario.

4. Identificar las causas o las razones por las que las desviaciones pueden ocurrir. Las causas deben ser locales en el origen, es decir, originan en el nodo bajo evaluación. Con

el nodo de la alimentación o de la fuente, considere causas en aguas arriba. Donde no haya causas identificadas escribir "ninguna causa".

El estudio del HAZOP sólo considera eventos causales únicos (errores o fallas). Escenarios que requieran de analizar dos fallas separadas, dos errores de operador o una falla más un error son considerados "doble falla" y no son considerados normalmente durante un estudio de HAZOP.

Los drenes y válvulas que están normalmente cerradas, y con tapones o bridas ciegas, no son considerados fuentes de fugas. Al igual, los medidores reemplazables localizados en las tuberías con válvulas de raíz no son consideradas fuentes de fuga, si el procedimiento estándar requiere verificar que la válvula esté cerrada y el sistema al cual está conectado ya sea que este despresurizado o bien que no surja ningún riesgo debido a una fuga, o la apertura de dos válvulas en serie simultáneamente no es considerada una causa creíble para la fuga de GLP en fase líquida o vapor.

La Causa deberá estar en el Nodo en cuestión.

5. Identifique las **consecuencias** o los resultados de **las desviaciones** asumiendo que los controles básicos de proceso fallan y las salvaguardas no existen. Considere las consecuencias fuera del nodo, así como en el interior. Si no hay consecuencias de que preocuparse, escribir "ninguna consecuencia de preocupación".

Las **Consecuencias** podrán ser identificadas dentro del nodo o en todo el universo de la planta.

6. Identifique la severidad de las consecuencias identificadas asumiendo que los sistemas básicos de control y los sistemas de protección fallan.

7. Identifique las capas adicionales de protección requeridas para reducir el riesgo a un nivel aceptable. Si el riesgo del peligro no se ha reducido a un nivel aceptable, la eficacia de las capas propuestas debe ser mejorada o capas adicionales deben ser agregadas según sea necesario.

8. Asigne una categoría a la consecuencia identificada.
9. Asigne una categoría a la probabilidad de ocurrencia de la consecuencia analizada, considerando esta vez los sistemas de control y/o capas de protección válidas, así como cualquier otro modificador de frecuencia que aplique.
10. Identifique las recomendaciones y asigne las responsabilidades. Donde esté clara una solución específica, deberá ser registrada como tal. Los equipos a menudo se detienen a intentar conseguir una recomendación. Es absolutamente apropiado que la recomendación sea investigar las medidas de protección apropiadas. Es también bueno redactar las recomendaciones que permitan una cierta flexibilidad, por ejemplo, diciendo: considerar tales y tal opción. La recomendación se debe escribir con bastante detalle para poder entender el intento sin el resto de la hoja de trabajo delante del lector.

Nodos Seleccionados para el Desarrollo del Análisis de Riesgo de Operabilidad “HAZOP”

Para facilitar el análisis de riesgos y la aplicación de la técnica HAZOP, se analizaron 4 nodos con apego a los Diagramas de Tubería e Instrumentación, mismos que se describen a continuación:

Tabla 28. Nodos Seleccionados

Nodo	Descripción
1	Recepción de Gas
2	Toma de
3	Toma de Suministro
4	Muelle de Llenado

Ver en el desarrollo de cada uno de los HAZOP realizados.

La determinación del riesgo se hizo como se indica a continuación:

En la tabla de Consecuencia: En función del riesgo que se tendría, se selecciona la descripción de la consecuencia que podría ocurrir y se busca el número correspondiente en la parte superior de la tabla.

- En la tabla de Frecuencia, en función de la frecuencia de la posibilidad de ocurrencia y con el número obtenido de la tabla de Consecuencia, se obtiene la letra correspondiente al grado de riesgo, para Seguridad a la Vida.
- Se repiten los pasos anteriores para daños a las instalaciones, medio ambiente y operativo.
- De los grados de riesgos obtenidos para la seguridad a la vida, daños a las instalaciones y operativo, se selecciona el menor en el orden alfabético y es el que se utiliza para calificar el grado de riesgo de la medida correctiva de incidente.
- Para establecer la Matriz de Rango de Riesgo (Risk Ranking) con la cual se calificaron y jerarquizaron los riesgos identificados, asignando niveles de Consecuencias de acuerdo a lo que indica la Tabla 26, así como la Frecuencia de Falla de acuerdo a lo que establece la Tabla 28, con lo cual, mediante lo establecido en la Tabla 29, se determina el Nivel de Riesgo del nodo analizado.

Tabla 29. Consecuencias

Gravedad	Salud y seguridad	Medio ambiente	Economía	Reputación
1	<ul style="list-style-type: none"> - Primeros auxilios - Efectos menores en la salud - No requiere evacuación 	<ul style="list-style-type: none"> - Impactos insignificantes al ambiente - Emisión pequeña, pero notificable. - Queja <\$20 000 	<ul style="list-style-type: none"> - Daños al equipo o costos de producción menores a \$20 000 	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto insignificante: preocupaciones individuales.
2	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuda médica o trabajo limitado - Efectos medios en la salud - Requiere unidad de evacuación 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones en el sitio con la remediación inmediata disponibles - Derrame mayor a 1m³ - Menor esfuerzo de mitigación requerida por revocación total. - Notificable \$20 000 a \$200000 	<ul style="list-style-type: none"> - Daños al equipo o costos de producción entre \$20 000 y \$ 200000 	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura periodística local; quejas informales múltiples de la comunidad; Preocupaciones del propietario

Gravedad	Salud y seguridad	Medio ambiente	Economía	Reputación
3	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo perdido por lesiones. - Efectos significantes a la salud. - Evacuación requerida de Área 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones en el sitio con contaminación prolongada. - Gran derrame contenido en el sitio. - Emisión fuera de sitio con remediación inmediata disponible. <p style="text-align: center;">Incumplimiento \$200,000 a \$2'000,000</p>	<p style="text-align: center;">Daños al equipo o costos de producción entre \$200 000 y \$2M</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura periodística provisional; gran preocupación de la comunidad; quejas formales y/o repetidas.
4	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones permanentes o discapacidades - Efectos a la salud mayores. - Requiere evacuación de instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisión fuera del sitio con contaminación prolongada. - Gran derrame fuera del sitio (licencia temporalmente cancelada) - Incumplimiento resultante en la ejecución <p style="text-align: center;">- \$2'000,000 a \$20'000,000</p>	<p style="text-align: center;">Daños al equipo o costos de producción entre \$2'000,000 a \$20'000,000</p>	<p style="text-align: center;">Cobertura periodística Nacional; gran indignación de la comunidad; Litigación</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> - Muerte - Efectos graves a la salud. - Requiere evacuación de la comunidad e instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida irrevocable, sin mitigación posible. - Licencia cancelada - Pérdida permanente de uso del área. <p style="text-align: center;">>\$20'000,000</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Daños al equipo o costos de producción mayores a \$20'000,000 	<p style="text-align: center;">Cobertura periodística Nacional e Internacional</p>

Tabla 30. Frecuencias

Frecuencia		Criterios de Ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		Cualitativo
Muy Alta	F5	1	0 a 1 año	El evento puede presentarse en el próximo año.
Alta	F4	0.1	>1 a 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años.
Media	F3	0.01	>10 a 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones.
Baja	F2	0.001	>100 a 1 000 años	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.
Remota	F1	0.0001	>1 000 a 10 000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra.

Tabla 31. Matriz de Riesgos

SEVERIDAD DE OCURRENCIA	5	C	C	B	A	A
	4	D	C	B	B	A
	3	D	C	C	B	B
	2	D	D	C	C	C
	1	D	D	D	D	C
			1	2	3	4
		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA				

A continuación, se describe el significado de cada nivel de Riesgo:

A. Alto. No Tolerable. El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Muy Alto representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Medio o de preferencia a Bajo, en un lapso de tiempo menor a 90 días.

B. Medio. (ALARP As Low As Reasonably Practicable) Tan bajo como sea razonablemente factible). El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

C. Bajo. Tolerable con controles. El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

D. Muy Bajo. Riesgo razonablemente aceptable. El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas.

Los riesgos no tolerables se deberán considerar para establecer los objetivos de seguridad y salud ocupacional y los requisitos de las instalaciones, maquinaria, necesidades de capacitación, los controles operacionales para el control de riesgos, salvaguardas, así como considerar las acciones requeridas de supervisión para asegurar la efectividad y oportunidad. El proceso se dividió en 4 nodos. Los equipos de trabajo se conformaron por especialistas de las áreas de diseño de la planta de distribución de gas L.P., proceso, mantenimiento, y seguridad y protección ambiental.

5.1.4. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

A continuación, se incluye la matriz de riesgos con los resultados de cada uno de los 4 nodos evaluados en el HAZOP, el cual fue determinado después de considerar las salvaguardas.

Tabla 32. Matriz de Riesgo considerando los resultados del HAZOP

Nodo	Desviación	Causa	Nivel de Riesgo			
			D	C	B	A
1	2. Menos Flujo	2.1				
	3. No hay Flujo	3.1				
	4. Más Presión	4.1				
		4.2				
	7. Más Temperatura	1.6.1				
	8. Menos Temperatura	1.7.1				
	9. Más Nivel	1.8.1				
	10. Bajo Nivel	1.9.1				
11. Más Corrosión	1.11.1					
2	1. Más Flujo	1.1				
		1.2				
	2. Menos Flujo	2.1				
		2.2				
	3. No hay Flujo	3.1				
	4. Más Presión	4.1				
	5. Menos Presión	5.1				
	6. No hay Presión	6.1				
11. Más Corrosión	1.11.1					
3	2. Más Flujo	1.1				
		1.2				
	2. Menos Flujo	2.1				
		2.2				
		2.3				
	3. No hay Flujo	3.1				
	4. Más Presión	4.1				
	6. Menos Presión	5.1				

Nodo	Desviación	Causa	Nivel de Riesgo			
			D	C	B	A
	6. No hay Presión	6.1				
4	11. Más Corrosión	1.11.1				
	3. Más Flujo	1.1				
		1.2				
	2. Menos Flujo	2.1				
		2.2				
		2.3				
	3. No hay Flujo	3.1				
	4. Más Presión	4.1				
	7. Menos Presión	5.1				
	6. No hay Presión	6.1				
11. Más Corrosión	1.11.1					

A continuación, se indican las desviaciones (fallas) de cada uno de los nodos analizados en el HAZOP que resultaron con nivel de riesgo B y C.

Tabla 33. Descripción de las fallas de mayor riesgo

Nodo	Desviación	Causa	Consecuencias significativas
1	2. Menos Flujo	<ul style="list-style-type: none"> Falla en la conexión de la manguera de recepción del autotank por error humano 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga de gas vapor/líquido hacia la atmósfera baja
	3. No hay Flujo	<ul style="list-style-type: none"> Falla en la conexión de la manguera de recepción por error humano 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga de gas vapor/líquido hacia la atmósfera baja con potencial formación de incendio y/o explosión
	4. Más Presión	<ul style="list-style-type: none"> Cierre en falso de las válvulas manuales a la entrada del tanque de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de presión en la línea de recepción de Gas L.P. con potencial fuga y formación de incendio y/o explosión

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de la presión interna del tanque a causa de un incendio aledaño en la planta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formación de BLEVE
--	--	--	--

Nodo	Desviación	Causa	Consecuencias significativas
1	9. Más Nivel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sobrellenado del tanque por la descarga del autotanque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de la presión interna del tanque con potencial desgaste de las placas del mismo
	10. Menos Nivel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En stand by, fuga de GLP por fallas en las soldaduras del tanque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ocurrencia de incendio en la Planta de Almacenamiento
	11. Más Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deficiencias en el recubrimiento anticorrosivo del tanque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desgaste de las paredes externas e internas de las tuberías de conducción y equipos. ▪ Fuga de GLP con riesgo de incendio
2	1. Más Flujo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconexión de la manguera de autocarburación por movimiento imprudencial del vehículo suministrado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuga de gas con potencial formación de fuego/explosión
	4. Más Presión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cierre en falso de la válvula manual posterior a la bomba de succión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de presión en la línea de conducción de gas
2	11. Más Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deficiencias en el recubrimiento anticorrosivo del tanque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desgaste de las paredes externas e internas de las tuberías de conducción y equipos ▪ Fuga de combustible con riesgo de incendio
3	1. Más Flujo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconexión de la manguera de autocarburación por movimiento imprudencial del vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuga de gas con potencial formación de fuego/explosión

	4. Más Presión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cierre en falso de la válvula manual aguas debajo de la bomba de succión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de presión en la línea de conducción de gas
--	----------------	--	---

Nodo	Desviación	Causa	Consecuencias significativas
	11. Más Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deficiencias en el recubrimiento anticorrosivo del tanque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desgaste de las paredes externas e internas de las tuberías de conducción y equipos. ▪ Fuga de combustible con riesgo de incendio
4	1. Más Flujo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconexión de la manguera de carburación por movimiento imprudencial del vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuga de gas con potencial formación de fuego/explosión
	4. Más Presión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cierre en falso de la válvula manual aguas debajo de la bomba de succión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de presión en la línea de conducción de gas
	11. Más Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deficiencias en el recubrimiento anticorrosivo del tanque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desgaste de las paredes externas e internas de las tuberías de conducción y equipos ▪ Fuga de combustible con riesgo de incendio

Debido a que en los resultados de la anterior matriz de riesgos se obtuvieron 4 nodos en donde existen fallas de nivel **B y C** (de acuerdo a los resultados del HAZOP), a partir de la técnica del juicio de expertos, se procedió a seleccionar únicamente las fallas con nivel de riesgo B.

De acuerdo a lo anterior, a continuación, se indican las desviaciones/fallas con riesgo potencial de formación de fuego/explosión con nivel de riesgo B:

Tabla 34. Fallas con repercusiones al ambiente (incendio y/o explosión)

Nodo	Desviación	Causa	Consecuencias significativas
1	2. Menos Flujo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falla en la conexión de la manguera de recepción del autotanke por error humano 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuga de gas vapor/líquido hacia el medio ambiente
	3. No hay Flujo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falla en la conexión de la manguera de recepción del autotanke por error humano 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuga de gas vapor/líquido hacia el medio ambiente con potencial formación de incendio y/o explosión

La tabla anterior, establece las fallas de mayor riesgo con repercusiones en el ambiente que fueron determinadas con el HAZOP, por lo que, como siguiente etapa, se determinaron las probabilidades de ocurrencia de cada una de las fallas indicadas en la tabla anterior, a través de la herramienta de Árbol de Fallas, para posteriormente definir los escenarios de simulación.

5.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

El árbol de fallas es una herramienta empleada para el análisis de cómo pueden llegar a ocurrir y de las posibles interrelaciones entre los eventos. Se trata de un proceso deductivo que permite determinar cómo puede tener lugar un suceso en particular apoyando en la cuantificación de los riesgos involucrados.

El árbol de fallas descompone un accidente en sus elementos contribuyentes, ya sean éstos, fallas humanas o de equipos del proceso y sucesos externos, principalmente. El resultado es una representación lógica en la que aparecen cadenas de sucesos capaces de generar un suceso culminante que ocupa la cúspide del árbol.

De manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del "evento a evitar", conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de "operadores o puertas lógicas (OR y AND)".

El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de "sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

La metodología empleada consiste en representar cada interrelación con un símbolo del álgebra de Boole.

Si para la ocurrencia de un evento se requiere que dos o más condiciones se cumplan simultáneamente, se utiliza el símbolo "AND" y si para la ocurrencia sólo se requiere que una de dos o más condiciones se cumpla, se usa la compuerta "OR". Multiplicando y/o sumando todas las probabilidades de los eventos contribuyentes unidos mediante una misma compuerta "AND" o "OR", se obtiene la probabilidad del evento del siguiente nivel jerárquico.

En este caso de analizar los modos y efectos de fallas en la terminal, se utilizan modelos de fallas de componentes y se analizan sus efectos potenciales a partir de parámetros disponibles en información bibliográfica especializada, para cada tipo de fallas.

El árbol de fallas es un diagrama lógico que muestra las interrelaciones entre el evento no deseado en un sistema (efecto) y las razones para el evento (causas). Las razones pueden ser condiciones ambientales o eventos normales que se espera que ocurran en la vida del sistema y fallas de componentes específicos. Así, un árbol de fallas construido coherentemente muestra las diferentes combinaciones de fallas y otros eventos los cuales pueden guiar a un evento no deseado.

Para la determinación del valor de probabilidad en los sistemas que conforman la terminal, se recurrió a un árbol de falla, que contenga los elementos de mayor ponderación al riesgo, determinados en el análisis HAZOP.

Mediante la asignación de probabilidades de cada evento que pueda tener participación en el riesgo, la probabilidad de su ocurrencia puede ser calculada. Una vez procesados los datos se obtiene la probabilidad de ocurrencia de un evento final. Las probabilidades pueden ser clasificadas de varias formas, como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 35. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas

Magnitud	Criterios de Ocurrencia		
	Cuantitativo		Cuali
10^0	1	0 a 1 año	El evento puede presentarse en el próximo año
10^1	0.1	>1 a 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
10^2	0.01	>10 a 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones
10^3	0.001	>100 a 1,000 años	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
10^4	0.0001	>1 000 a 10,000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

Fuente: Health and Safety Briefing No 26a Sept. 2004. The Institution of Electrical Engineers

El siguiente paso es realizar el árbol de falla para las fallas de mayor riesgo resultantes en el HAZOP, se obtuvo la información de las probabilidades de falla de los componentes involucrados en los posibles escenarios, y de esta manera, se pueden dar las asignaciones de probabilidad de ocurrencia a cada falla que participe en distintos eventos.

En las siguientes figuras se incluyen los árboles de falla realizados.

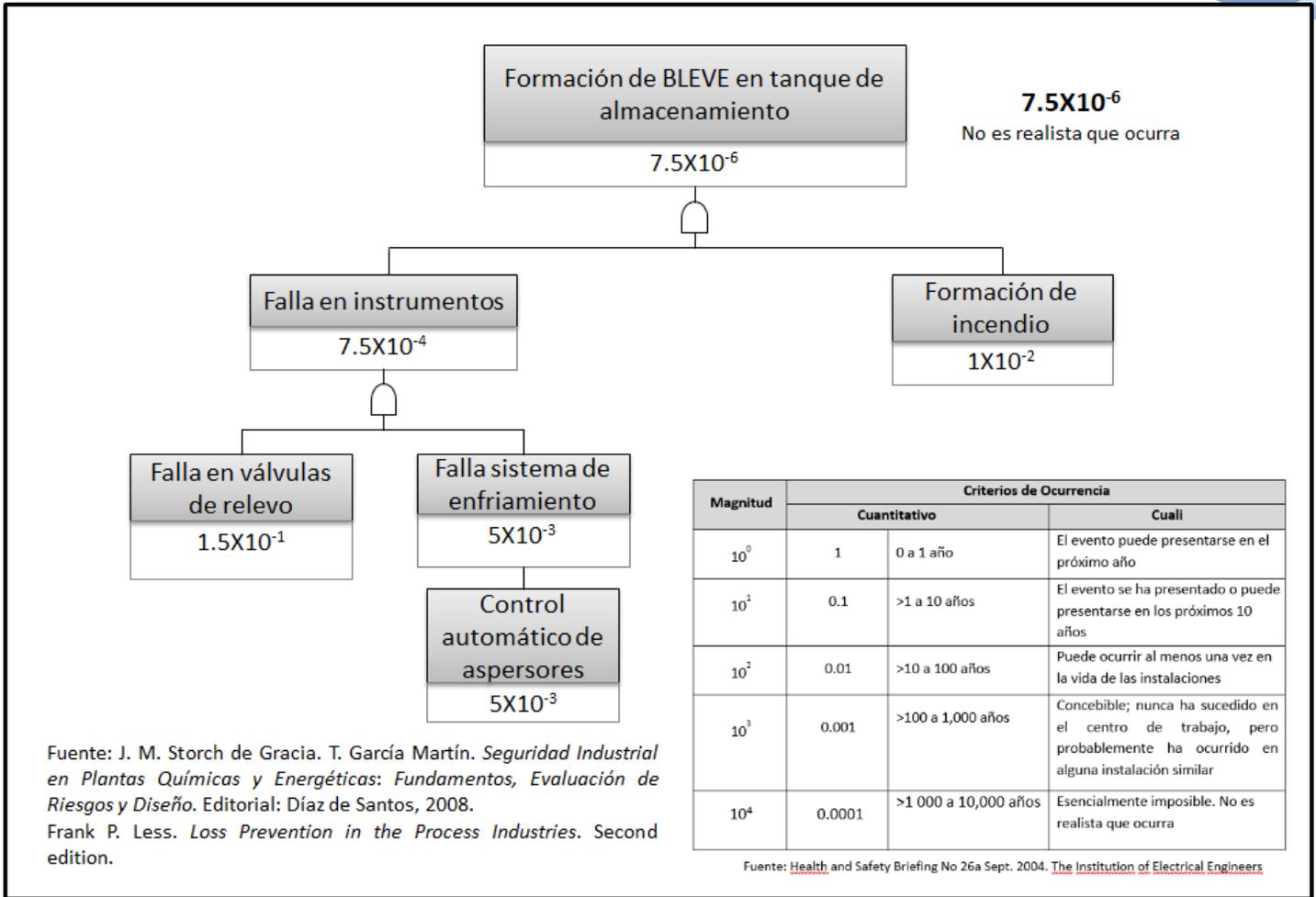
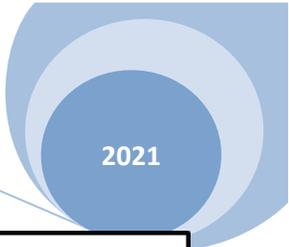


Figura 37. Árbol de fallas por el escenario de formación de un bleve por incidente en el tanque de almacenamiento de la planta con capacidad de 125,000 Lt al 100%

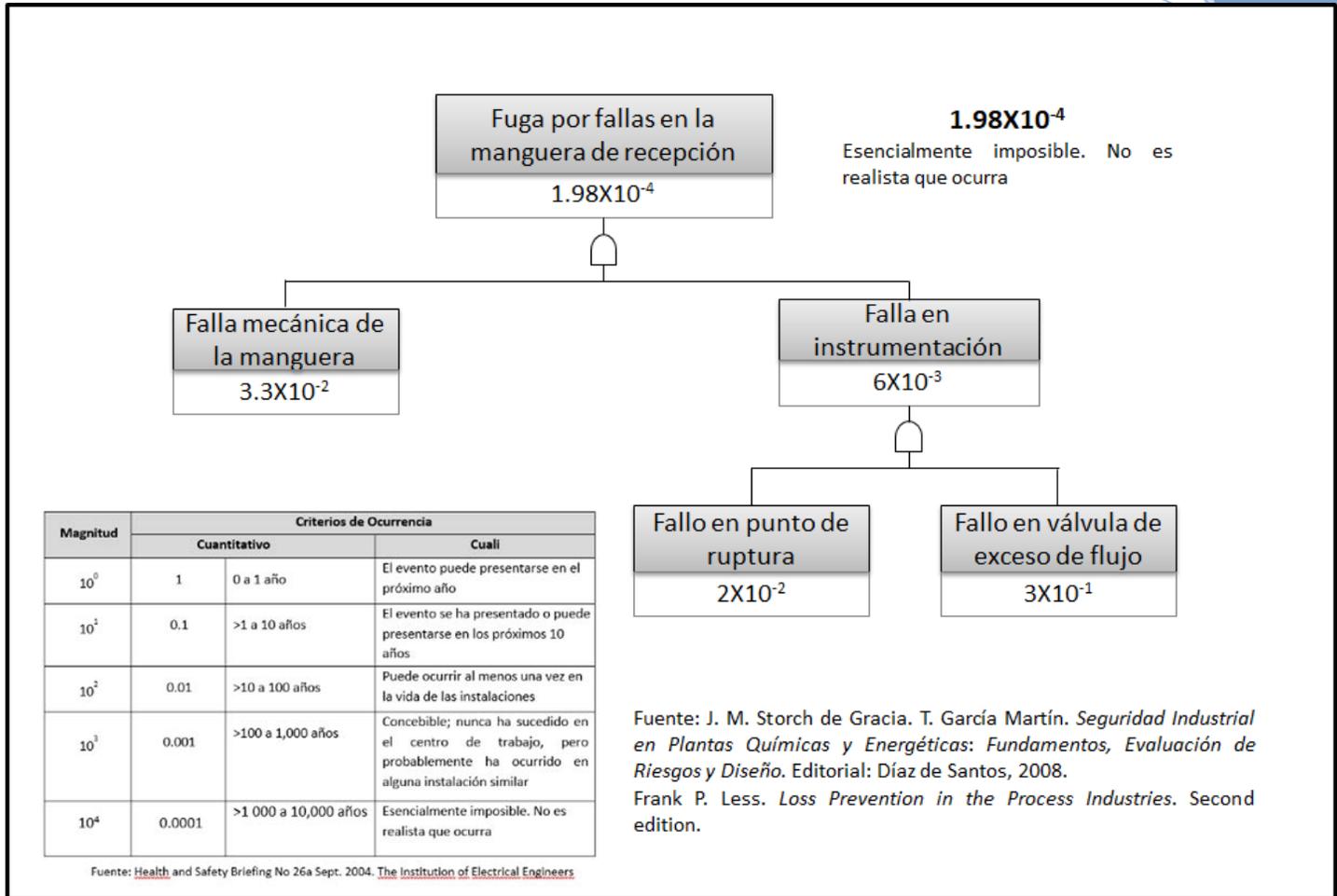


Figura 38. Árbol de fallas por el escenario de fuga en la manguera de conexión en el área de recepción del autotanque en la planta de distribución de gas L.P.

Tabla 36. Valor de probabilidad de frecuencia de fallas

Nodo	Desviación	Causa	Probabilidad
1	2. Menos Flujo	▪ Falla en la conexión de la manguera de recepción por error humano	1.98X10 ⁻⁴
	3. No hay Flujo	▪ Falla en la conexión de la manguera de recepción por error humano	7.5X10 ⁻⁶

Para mayor detalle ver los árboles de falla previos

En base a las probabilidades de falla resultantes en la tabla anterior, se establece la propuesta para los escenarios de riesgo, el determinar los radios de afectación y realizar el análisis de consecuencias, lo anterior, en base al criterio de experto y experiencia del equipo evaluador. A continuación, se indican los escenarios de riesgo.

Tabla 37. Escenarios de riesgo propuestos

Nº	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
1	Escenario 1.1	Explosión de Expansión por Ebullición (BLEVE) en el tanque de almacenamiento de Gas L.P., a causa de un incendio en los alrededores de la zona de almacenamiento. La capacidad del Tanque es al 62% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO CATASTRÓFICO)	B	1	Planta de Distribución de Gas L.P.	Zona del tanque de Almacenamiento sección de recepción de Auto-tanque con GLP	Gas L.P.

N°	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
2	Escenario 2.1	Explosión de Vapores Expansión por Líquidos Ebullición (BLEVE) en el tanque almacenamiento de L.P., a causa de un incendio en el entorno de la zona de almacenamiento La capacidad del Tanque es al 9% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO CATASTRÓFICO)	B	1	Planta de Distribución de GLP	Tanque de almacenamiento de GLP	Gas L.P.
3	Escenario 3.1	Fuga de Gas L.P. a de la falla diametral de tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO PROBABLE).	B	1	Planta de Distribución de Gas L.P.	Tubería de Suministro de Gas L.P.	Gas L.P.

5.2.1. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

En el presente proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. de MAS GAS HIDROCARBUROS, al realizarse el análisis de riesgo, se utilizó la metodología de HAZOP en donde se hace la jerarquización de los riesgos encontrados en cada uno de los nodos seleccionados, en donde no se encontró ninguna de las causas dentro de las regiones de Riesgo “no Tolerable y/o ALARP”. (As Low As Reasonably Practicable- Tan bajo como sea posible).

5.2.2. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

Tabla 38. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento

	Zona de alto riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento.
Toxicidad (Concentración)		IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min STEL)
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Rango de 12.5 KW/m ² a 37.5 KW/m ²	5.0 KW/m ²	1.4 KW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Estimación de consecuencias

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen el Proyecto. Existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias y dado que están sometidas a presión, flujos y temperatura, en caso de fallas alguna fuga causará afectación inmediata.

La evaluación de los riesgos a través de los escenarios más probables junto a la simulación de los eventos máximos definidos con el software PHAST Versión 7.11, permite determinar las áreas potencialmente vulnerables, de tal manera que se generen recomendaciones para evitar la ocurrencia del evento o contar con la protección adecuada en caso de que este ocurra.

Bases de Cálculo

Una vez definidos los escenarios a simular, se determinaron las bases de cálculo requeridas para la simulación de los mismos las cuales se describen a continuación:

- Información bibliográfica y de fuentes gubernamentales relativas a las condiciones ambientales de cada sitio objeto de simulación, tales como clima, temperatura ambiente y presión atmosférica, principalmente.

Para eventos de incendio, las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento se evaluaron considerando los siguientes valores de radiación.

- Radiación de 1,4 kW/m², la cual es definida como Zona de Amortiguamiento, y que se marca como la radiación que no causará incomodidad durante una exposición prolongada.
- Radiación 5 kW/m², la cual es definida como Zona de Alto Riesgo, y que se marca como la radiación que permite acciones de emergencia que duren varios minutos por personal al descubierto, pero con equipo de protección personal.

Tabla 39. Efectos generados por Radiación Térmica

Intensidad de Radiación (kw/m ²)	Daño producido por radiación térmica
37,5	Suficiente para causar daño a equipo de procedimiento
25	Energía mínima requerida para prender la madera por exposición prolongada (no piloteada).
12,5	Energía mínima requerida para la ignición piloteada de madera, fundición de tubería de plástico.
9,5	El umbral del dolor se alcanza después de 8 segundos; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.
4	Suficiente para causar dolor al personal si éste no puede protegerse en 20 segundos, sin embargo, es factible la formación de ampollas en la piel (quemaduras de segundo grado), 0 fatalidad.
1,39	No causará incomodidad durante la exposición prolongada.

Fuente: Manual Techniques for Assessing Industrial Hazards, World Bank

Formación de ondas de sobrepresión

Para la estimación de consecuencias por ondas de sobrepresión se utilizó el modelo TNT (mismo que determina la masa equivalente de Trinitrotolueno, con respecto al material explosividad presente en el evento), considerando una eficiencia de la explosión del 10%.

Para eventos de explosión, las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento se evaluaron considerando los siguientes valores de sobrepresión:

- ✓ Sobrepresión **1 lb/in² (0,07 kg/cm²)**, la cual es definida como **Zona de Alto Riesgo**, y se indica que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles que existirán por la demolición de casas, las cuales se vuelven inhabitables,
- ✓ Sobrepresión **0,5 lb/in² (0,035 kg/cm²)**, la cual es definida como **Zona de Amortiguamiento**, y se indica que se tendrán rupturas del 10% en ventanas grandes de vidrio y pequeñas normalmente estrelladas con algún daño a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios.

Tabla40. Efectos generados por ondas de sobrepresión

Sobrepresión Máxima (psi)	Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión
0.02	Ruido molesto (137 db), sí es de baja frecuencia 10 – 15 Hz.
0.03	Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que estén bajo tensión.
0.04	Ruido fuerte (143 db), ruptura de vidrio por la onda sísmica.
0.1	Ruptura de ventanas pequeñas que se encuentran bajo tensión.
0.15	Presión típica de ruptura del vidrio.
0.3	“Distancia segura” (probabilidad de 0.95 que no ocurran daños serios a partir de este valor): límite de proyectiles; daños a techos de casas; ruptura del 10% de ventanas con vidrios.
0.4	Daño estructural menor limitado.
0.5 -1	Ventanas grandes y pequeñas normalmente estrelladas; daño ocasional a marcos de ventanas.
0,7	Daño menor a estructuras de casas
1.0	Demolición parcial de casas, se vuelven inhabitables
1 – 2	Destrucción de asbesto corrugado; en las divisiones de acero corrugado o aluminio, los tornillos fallan y después se tuercen; los tornillos de paneles de madera fallan; los paneles son destruidos.
1.3	El armazón de acero de edificios revestimientos se deforma
2.0	Colapso parcial de techos y paredes.
2 – 3	Cuarteadora de paredes de concreto o bloques de ladrillo no reforzados.
2.3	Límite inferior de daño estructural serio.
2.5	50% de destrucción de la mampostería en casas.
3.0	Poco daño a maquinaria pesada (3,000 lb) dentro de edificios industriales; armazones de acero en edificios se deforman y son arrancados de sus cimientos.
3 – 4	Demolición de edificios son armazones o con paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.

Sobrepresión Máxima (psi)	Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión
4	Ruptura del revestimiento de edificios industriales ligeros.
5	Los postes de madera se rompen súbitamente; prensas hidráulicas altas (40 000 lb) en edificios son ligeramente dañadas.
5 – 7	Destrucción casi completa de casas
7 – 8	Paneles de ladrillo de 8 -12 in de espesor no reforzados fallan por corte o flexión
9	Demolición total de vagones de ferrocarril cargados
10	Probable destrucción total de edificios; desplazamiento y fuerte daño a maquinaria pesada (7 000 lb), la maquinaria muy pesada (12 000 lb) sobrevive.
300	Formación de cráter

Tabla 413 consecuencias de las Sobrepresiones “Daños Personales”

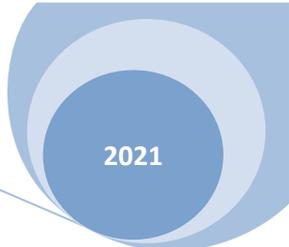
Sobrepresión (Psi)	Daños Personales
10.15	Umbral de muerte por lesiones de pulmón
5.07	Umbral de rotura de tímpano

Fuente: Baker, W.E; Explosion Hazards and Evaluation

Descripción de los Escenarios de Riesgo

Derivado de las simulaciones se describen los resultados para cada escenario de riesgo simulado, así como los datos para los radios de la zona de alto riesgo y la zona de amortiguamiento obtenidos en cada uno de ellos.

En las siguientes páginas se muestran los resultados de los escenarios modelados y la cartografía de los Radios de Afectación.



Escenario 1.1. Explosión de vapores en expansión por líquidos en ebullición BLEVE en el tanque para almacenamiento de GLP, a causa de un incendio en los alrededores de la zona de almacenamiento. La capacidad del tanque es hasta el 70 % (62,000 lt agua) y la presión interna es de 17.5 kg/cm² (evento más catastrófico)

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Planta de Almacenamiento y Distribución

Study

Study/Escenario 1\Catastrophic rupture

Explosión de vapores en expansión por líquidos en ebullición BLEVE en el tanque para almacenamiento de gas LP, a causa de un incendio en los alrededores de la zona de almacenamiento. La capacidad del tanque es hasta el 70 % y la presión interna es de 17.5 kg/cm² (evento más catastrófico)

Base Case

CASE Name: Data

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

User-Defined Data

Scenario

Release location

Tank head 1.5 m
 Elevation 0 m

Material

Material

[Material characteristics Toxic and flammable]
 [Material to track LPG]

Phase

[Phase to be released Liquid]

Discharge parameters

Drop let break up mechanism

[Drop let break-up mechanism - instantaneous Use flashing correlation]

Dispersion

Averaging time for reports

[ERPG [1 hr] No]
 [IDLH [30 mins] No]
 [STEL [15 mins] No]

Dispersion scope

[Specify user-defined averaging time Yes]
 [User defined averaging time 300 s]

Bund, building and terrain: Default Terrain

Dispersing surface

[Surface over which the dispersion occurs Land]
 [Surface roughness length User-defined]
 [User-defined length 183.2 mm]

Bund, building and terrain: No Bund

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Bund properties

[Bund height] 0 m]
 [Bund area (internal)] 0 m2]
 [Bund failure modeling] Bund cannot fail]

Surface for pools

[Type of surface for pools] Concrete]

Toxic parameters

Exposure time data

[Set averaging time equal to exposure time] Use a fixed averaging time]

Indoor toxic calculations

[Specify the downwind building type] Unselected]

Toxic contours

[Number of toxic levels] 4]
 [Dose levels(1)] 1.3E+05]
 [Dose levels(2)] 1.3E+06]
 [Dose levels(3)] 1.3E+07]
 [Dose levels(4)] 1.3E+08]
 [Probit levels(1)] 2]
 [Probit levels(2)] 3]
 [Probit levels(3)] 4]
 [Probit levels(4)] 10]
 [Lethality levels(1)] 0.001 fraction]
 [Lethality levels(2)] 0.01 fraction]
 [Lethality levels(3)] 0.1 fraction]
 [Lethality levels(4)] 0.99 fraction]

Explosion parameters

Explosion method (Consequence calculations only)

[Explosion method] Multi-Energy: Uniform confined]

Ignition

[Supply late ignition location] No ignition location]

Vapour liquid method

[Use of explosion mass modification factor] Early and late explosions]
 [Explosion mass modification factor] 3]

Fireball

Calculation method

[Fireball model] Recommended]

Fireball emissive power

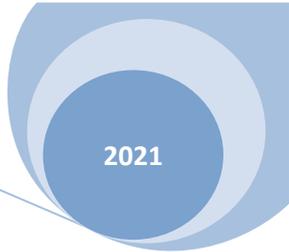
[Use vessel burst pressure] No]

Parameters

Date: 08/02/2021

2 of 8

Time: 04:45:59p.m.



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: **Planta de Almacenamiento y Distribución**

Phast 7.11

[Mass modification factor]	3]
Radiation levels	
[Number of input radiation levels]	3]
[Intensity levels(1)]	1.4 kW/m2]
[Intensity levels(2)]	5 kW/m2]
[Intensity levels(3)]	37.5 kW/m2]
Result types to calculate	
[Calculate probit]	No]
[Calculate dose]	No]
[Calculate lethality]	No]
Pool fire	
Parameters	
[Radiative fraction for general fires]	0.4 fraction]
Radiation levels	
[Number of input radiation levels]	3]
[Intensity levels(1)]	4 kW/m2]
[Intensity levels(2)]	12.5 kW/m2]
[Intensity levels(3)]	37.5 kW/m2]
Result types to calculate	
[Calculate probit]	No]
[Calculate dose]	No]
[Calculate lethality]	No]

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

DISCHARGE DATA for Weather: Weathers for Study\Category 1 S/F

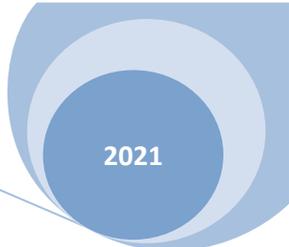
Wind Speed:	1.50 m/s
Wind Speed at Height (Calculated)	0.46 m/s
Pasquill Stability:	F

USER-DEFINED QUANTITIES

Material	LPG
Scenario	Catastrophic rupture
Inventory	41.58 kg
Fixed Duration	n/a s
Stagnation data (data at upstream end for long pipe):	
- Pressure	264.70 psi
- Temperature	22.80 degC
- Fluid State	Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a
---	-----



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Mass Flowrate	kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):	
- Pressure	n/a psi
- Temperature	n/a degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases)	n/a m/s
- Discharge Coefficient	n/a
Final data (after atmospheric expansion):	
- Temperature	-25.19 degC
- Liquid Mass Fraction	0.75 fraction
- Droplet Diameter	1.25781E+002 um
- Expanded Radius	n/a m
- Velocity	145.57 m/s

DISCHARGE DATA for Weather: Weathers for Study/Category 3/D

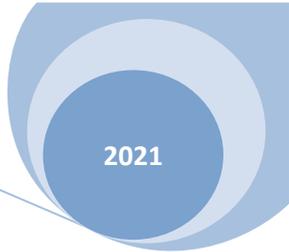
Wind Speed:	3.00 m/s
Wind Speed at Height (Calculated)	1.92 m/s
Pasquill Stability:	D

USER-DEFINED QUANTITIES

Material	LPG
Scenario	Catastrophic rupture
Inventory	41.58 kg
Fixed Duration	n/a s
Stagnation data (data at upstream end for long pipe):	
- Pressure	264.70 psi
- Temperature	22.80 degC
- Fluid State	Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a
Mass Flowrate	kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):	
- Pressure	n/a psi
- Temperature	n/a degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases)	n/a m/s
- Discharge Coefficient	n/a
Final data (after atmospheric expansion):	
- Temperature	-25.19 degC
- Liquid Mass Fraction	0.75 fraction
- Droplet Diameter	1.25781E+002 um
- Expanded Radius	n/a m
- Velocity	145.57 m/s



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m
 All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m
 All flammable results are reported at the cloud centre line height

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Distance (m)	Category 3/D
UFL (9.243E+04)	18.75	s	3.026	3.354	
LFL (1.714E+04)	18.75	s	11.76	20.28	
LFL Frac (8571)	18.75	s	27.75	37.9	

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 3/D	Heights (m) for above distances
UFL (9.243E+04)	18.75	s	0	0	
LFL (1.714E+04)	18.75	s	0	0	
LFL Frac (8571)	18.75	s	0	0	

Fireball Hazard

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

Fireball Flame Status	Category 1.5/F Hazard	Category 3/D Hazard

Radiation Effects: Fireball Ellipse

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

Radiation Level			Category 1.5/F	Distance (m)	Category 3/D
1.4	kW/m2		92.5	92.5	
5	kW/m2		47.89	47.89	
37.5	kW/m2		3.134	3.134	

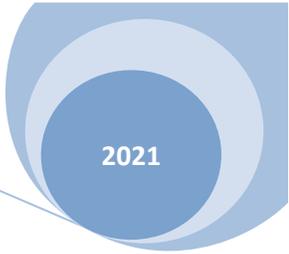
Flash Fire Envelope

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

All flammable results are reported at the cloud centre line height

Furthest Extent			Category 1.5/F	Distance (m)	Category 3/D
8571	ppm		27.75	37.9	
1.714E+04	ppm		11.76	20.28	

Furthest Extent			Category 1.5/F	Category 3/D	Heights (m) for above distances
8571	ppm		0	0	
1.714E+04	ppm		0	0	



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Explosion Effects: Early Explosion					
Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture					
Early Explosions are assumed to be centered at the release location					
Explosion Model Used : ME					
Supplied Flammable Mass			Category 1.5/F	Category 3/D	
			41.58	41.58	
Distance (m) at Overpressure Levels					
			Category 1.5/F	Category 3/D	
Overpressure	0.5	psi	86.01	86.01	
Overpressure	1	psi	46.49	46.49	
Overpressure	10	psi	9.944	9.944	
Used Mass (kg) at Overpressure Levels					
			Category 1.5/F	Category 3/D	
Overpressure	0.5	psi	30.72	30.72	
Overpressure	1	psi	Not Reachable	Not Reachable	
Overpressure	10	psi	Not Reachable	Not Reachable	

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

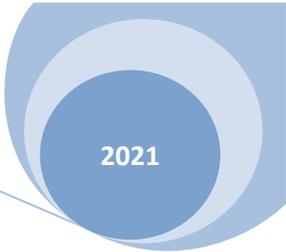
Phast 7.11

Explosion Effects: Late Ignition

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

Explosion Model Used : Multi-Energy: Uniform confined
 Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)
 All distances are measured from the Source
 All flammable results are reported at the cloud centreline height

			Maximum Distance (m) at Overpressure Level	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	72.83	78.47
Overpressure	1	psi	43.96	47.64
Overpressure	10	psi	24.22	32.36
			Supplementary Data at 0.5 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	11.98	15.5
Used Flammable Mass		kg	11.98	15.5
Overpressure Radius		m	62.83	68.47
Distance to:				
- Ignition Source		m	10	10
- Cloud Front/Centre		m	1.686	3.2
- Explosion Centre		m	10	10
			Supplementary Data at 1 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	11.98	6.459
Used Flammable Mass		kg	11.98	6.459
Overpressure Radius		m	33.96	27.64
Distance to:				
- Ignition Source		m	10	20
- Cloud Front/Centre		m	1.686	9.154
- Explosion Centre		m	10	20
			Supplementary Data at 10 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	2.351	0.4131
Used Flammable Mass		kg	2.351	0.4131
Overpressure Radius		m	4.222	2.365
Distance to:				
- Ignition Source		m	20	30
- Cloud Front/Centre		m	5.175	17.05
- Explosion Centre		m	20	30



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,459

Study Folder: **Planta de Almacenamiento y Distribución**

Phast 7.11

Weather Conditions

Path: Study\Escenario 1\Catastrophic rupture

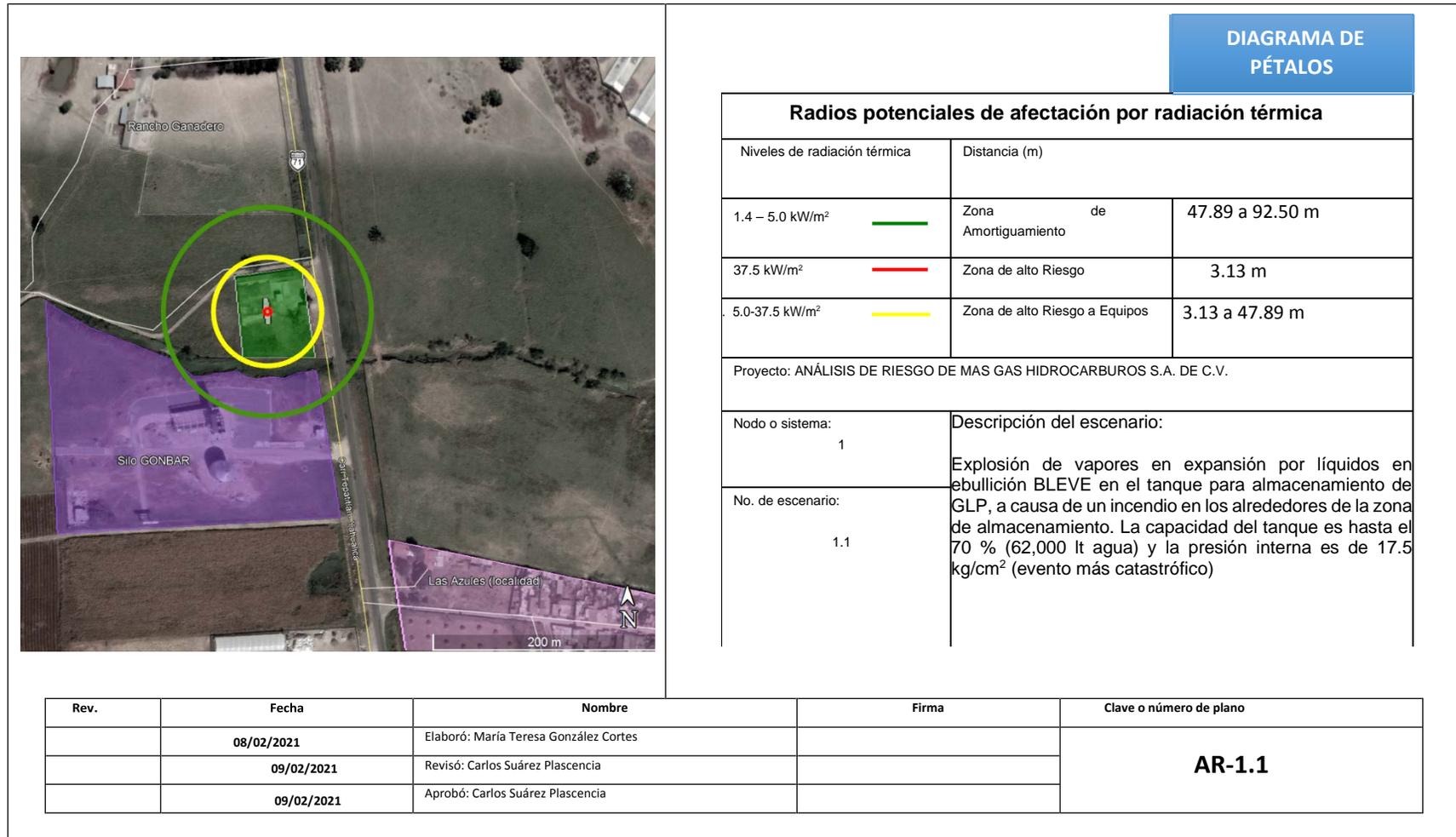
		Category 1.5/F	Category 3/D
Wind Speed	m/s	1.5	3
Pasquill Stability		F	D
Atmospheric Temperature	degC	22.8	22.8
Surface Temperature	degC	9.85	9.85
Relative Humidity	fraction	0.5	0.5

5.3. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

En las imágenes siguientes se representa los diagramas de pétalos para estos escenarios a las Zona de Alto Riesgo (ZAR), señaladas con el color rojo y amarillo y el áreas de amortiguamiento (AA) en color verde, además incluyen las distancias de afectación para cada uno de estos radios y la zona de alto riesgo por daño a equipos, que en el caso de radiación va de 12.5 KW/m^2 a 37.5 KW/m^2 , y para el caso de explosión que va de 3 lb/in^2 a 10 lb/in^2 .

Figura 39. Escenario 1.1

Radio potenciales de afectación por radiación térmica por la formación de un Bleve



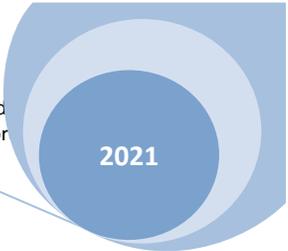
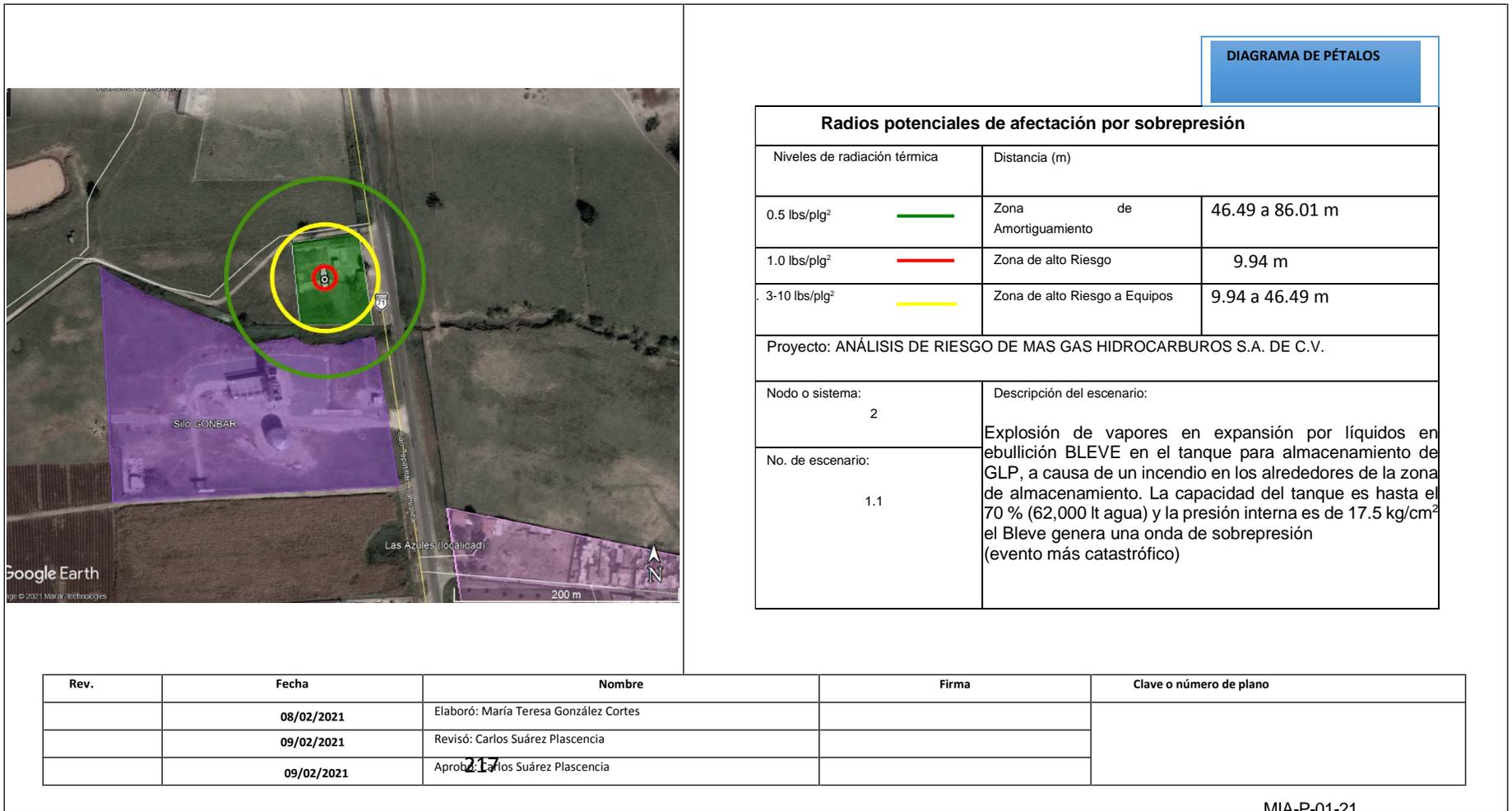


Figura 40. Escenario 1.1

Radios potenciales de afectación por ondas de sobrepresión por la generación de un Bleve



Escenario 2.1: Formación de un Jet Fire

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Planta de Almacenamiento y Distribución

Study

Study\Escenario 2\Leak

Generación de un Jet Fire en el tanque para almacenamiento de gas LP a causa de un incendio en el entorno de la zona de almacenamiento. La capacidad del tanque es al 10% y la presión interna es de 17.5 kg/cm²

Base Case

CASE Name: Data

Path: Study\Escenario 2\Leak

User-Defined Data

Scenario

Direction

[Outdoor release direction]

Horizontal]

Hole

Orifice diameter

38.1 mm

Use specified discharge coefficient?

No

Release location

Tank head

1.5 m

Elevation

0 m

Material

Material

[Material characteristics]

Toxic and flammable]

[Material to track]

LPG]

Phase

[Phase to be released]

Liquid]

Discharge parameters

Droplet breakup mechanism

[Droplet break-up mechanism - instantaneous]

Use flashing correlation]

[Droplet break-up mechanism - continuous]

Do not force correlation]

Model settings

[Atmospheric expansion method]

Closest to initial conditions]

[Is flashing allowed to the orifice?]

No flashing in the orifice]

Dispersion

Averaging time for reports

[ERPG [1 hr]

No]

[IDLH [30 mins]

No]

[STEL [15 mins]

No]

Dispersion scope

Date: 08/02/2021

1 of 9

Time: 04:47:46p.m.

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

[Specify user-defined averaging time] Yes
 [User defined averaging time] 300 s

Bund, building and terrain: Default Terrain

Dispersing surface

[Surface over which the dispersion occurs] Land
 [Surface roughness length] User-defined
 [User-defined length] 183.2 mm

Bund, building and terrain: No Bund

Bund properties

[Bund height] 0 m
 [Bund area (internal)] 0 m²
 [Bund failure modeling] Bund cannot fail

Surface for pools

[Type of surface for pools] Concrete

Toxic parameters

Exposure time data

[Set averaging time equal to exposure time] Use a fixed averaging time

Indoor toxic calculations

[Specify the downwind building type] Unselected

Toxic contours

[Number of toxic levels] 4
 [Dose levels(1)] 1.3E+05
 [Dose levels(2)] 1.3E+06
 [Dose levels(3)] 1.3E+07
 [Dose levels(4)] 1.3E+08
 [Probit levels(1)] 2
 [Probit levels(2)] 3
 [Probit levels(3)] 4
 [Probit levels(4)] 10
 [Lethality levels(1)] 0.001 fraction
 [Lethality levels(2)] 0.01 fraction
 [Lethality levels(3)] 0.1 fraction
 [Lethality levels(4)] 0.99 fraction

Explosion parameters

Explosion method (Consequence calculations only)

[Explosion method] Multi-Energy; Uniform confined

Ignition

[Supply late ignition location] No ignition location

Vapour liquid method

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Radiation levels

[Number of input radiation levels	3]
[Intensity levels(1)	4 kW/m ²
[Intensity levels(2)	12.5 kW/m ²
[Intensity levels(3)	37.5 kW/m ²

Result types to calculate

[Calculate probit	No]
[Calculate dose	No]
[Calculate lethality	No]

Path: Study\Escenario 2\Leak

DISCHARGE DATA for Weather:

Weathers for Study\Category 1 S/F

Wind Speed:	1.50 m/s
Wind Speed at Height (Calculated)	0.46 m/s
Pasquill Stability:	F

USER-DEFINED QUANTITIES

Material	LPG
Scenario	Leak
Inventory	594 kg
Fixed Duration	n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure	264.70 psi
- Temperature	22.80 degC
- Fluid State	Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a
Mass Flowrate	30.61 kg/s
Release Duration	0.19 s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure	14.70 psi
- Temperature	21.65 degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases)	82.96 m/s
- Discharge Coefficient	0.60

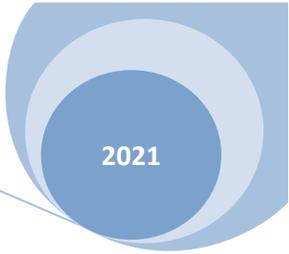
Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature	-24.77 degC
- Liquid Mass Fraction	0.73 fraction
- Droplet Diameter	2.36718E+001 um
- Expanded Radius	0.12 m
- Velocity	82.96 m/s

DISCHARGE DATA for Weather:

Weathers for Study\Category 3/D

Wind Speed:	3.00 m/s
Wind Speed at Height (Calculated)	1.92 m/s



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Pasquill Stability: D

USER-DEFINED QUANTITIES

Material LPG
 Scenario Leak
 Inventory 5.94 kg
 Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at ups beam end for long pipe):

- Pressure 264.70 psi
 - Temperature 22.80 degC
 - Fluid State Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

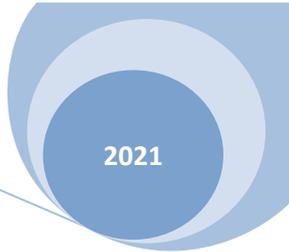
Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only) n/a
 Mass Flowrate 30.61 kg/s
 Release Duration 0.19 s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure 14.70 psi
 - Temperature 21.65 degC
 - Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases) 82.96 m/s
 - Discharge Coefficient 0.60

Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature -24.77 degC
 - Liquid Mass Fraction 0.73 fraction
 - Droplet Diameter 2.36718E+001 um
 - Expanded Radius 0.12 m
 - Velocity 82.96 m/s



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: Study\Escenario 2\Leak

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m
 All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m
 All flammable results are reported at the cloud centre line height

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 3/D	Distance (m)
UFL (9.243E+04)	18.75	s	28.47	31.76	
LFL (1.714E+04)	18.75	s	43.83	57.03	
LFL Frac (8571)	18.75	s	48.99	65.45	

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 3/D	Heights (m) for above distances
UFL (9.243E+04)	18.75	s	0	0	
LFL (1.714E+04)	18.75	s	0	0	
LFL Frac (8571)	18.75	s	0	0	

Jet Fire Hazard

Path: Study\Escenario 2\Leak

Jet fire method used: Cone model - Recommended

Jet Fire Status	Category 1.5/F	Category 3/D
Flame Direction	Truncated	Truncated
	Horizontal	Horizontal

Radiation Effects: Jet Fire Ellipse

Path: Study\Escenario 2\Leak

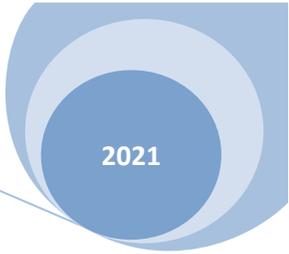
This table gives the distances to the specified radiation levels for each jet fire listed in the above hazard table

Radiation Level			Category 1.5/F	Category 3/D	Distance (m)
1.4	kW/m ²		184.9	178.5	
5	kW/m ²		131.8	123.2	
37.5	kW/m ²		91.09	81.07	

Fireball Hazard

Path: Study\Escenario 2\Leak

Fireball Flame Status	Category 1.5/F	Category 3/D
	Hazard	Hazard



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Radiation Effects: Fireball Ellipse

Path: Study\Escenario 2\Leak

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Radiation Level	1.4	kW/m ²	48.02	48.02
Radiation Level	5	kW/m ²	24.58	24.58
Radiation Level	37.5	kW/m ²	Not Reached	Not Reached

Flash Fire Envelope

Path: Study\Escenario 2\Leak

All flammable results are reported at the cloud centre line height

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Furthest Extent	8571	ppm	48.99	65.45
Furthest Extent	1.714E+04	ppm	43.83	57.03

			Heights (m) for above distances	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Furthest Extent	8571	ppm	0	0
Furthest Extent	1.714E+04	ppm	0	0

Explosion Effects: Early Explosion

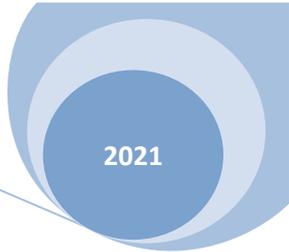
Path: Study\Escenario 2\Leak

Early Explosions are assumed to be centered at the release location
Explosion Model Used : ME

			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass			5.94	5.94

			Distance (m) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	46.31	46.31
Overpressure	1	psi	25.03	25.03
Overpressure	10	psi	5.355	5.355

			Used Mass (kg) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	4.797	4.797
Overpressure	1	psi	4.797	4.797
Overpressure	10	psi	4.797	4.797



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

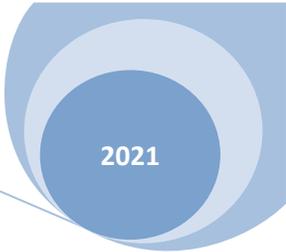
Phast 7.11

Explosion Effects: Late Ignition

Path: Study\Escenario 2\Leak

Explosion Model Used : Multi-Energy: Uniform confined
 Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)
 All distances are measured from the Source
 All flammable results are reported at the cloud centre line height

			Maximum Distance (m) at Overpressure Level	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	82.69	88.96
Overpressure	1	psi	63.08	73.61
Overpressure	10	psi	44.94	62.91
			Supplementary Data at 0.5 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	3.757	2.856
Used Flammable Mass		kg	3.757	2.856
Overpressure Radius		m	42.69	38.96
Distance to:				
- Ignition Source		m	40	50
- Cloud Front/Centre		m	30.73	42.35
- Explosion Centre		m	40	50
			Supplementary Data at 1 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	3.757	0.7702
Used Flammable Mass		kg	3.757	0.7702
Overpressure Radius		m	23.08	13.61
Distance to:				
- Ignition Source		m	40	60
- Cloud Front/Centre		m	30.73	51.72
- Explosion Centre		m	40	60
			Supplementary Data at 10 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	3.757	0.7702
Used Flammable Mass		kg	3.757	0.7702
Overpressure Radius		m	4.936	2.91
Distance to:				
- Ignition Source		m	40	60
- Cloud Front/Centre		m	30.73	51.72
- Explosion Centre		m	40	60



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,460

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Weather Conditions

Path: Study\Escenario 2\Leak

		Category 1.5/F	Category 3/D
Wind Speed	m/s	1.5	3
Pasquill Stability		F	D
Atmospheric Temperature	degC	22.8	22.8
Surface Temperature	degC	9.85	9.85
Relative Humidity	fraction	0.5	0.5

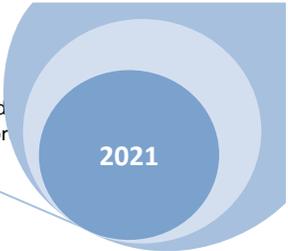


Figura 41. Escenario 2.1

Radios potenciales de afectación por radiación térmica emitida por un Jet Fire

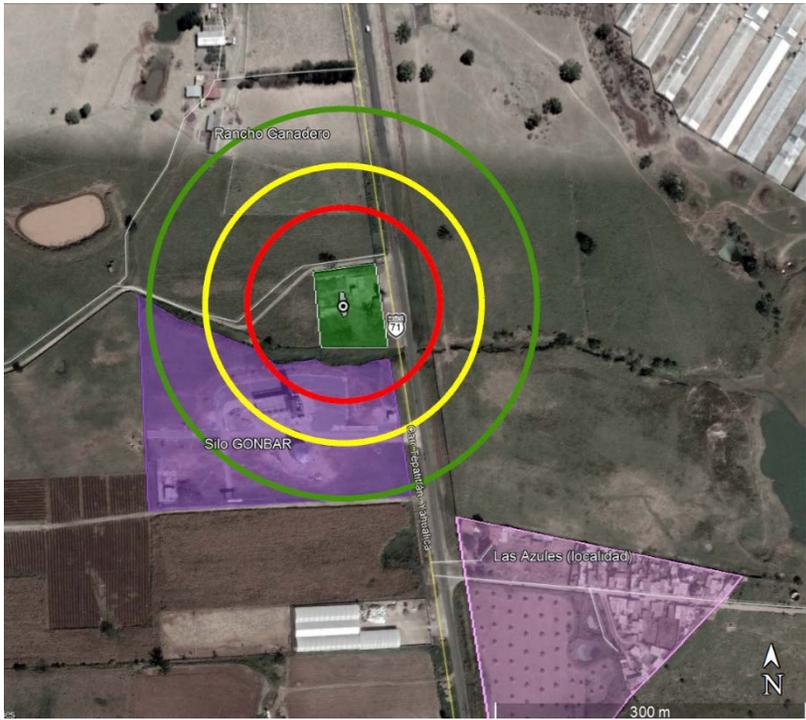
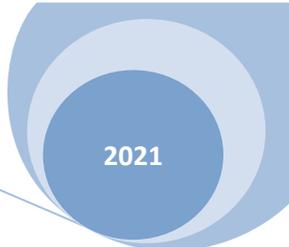


DIAGRAMA DE PÉTALOS

Radios potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 – 5.0 kW/m ² —	Zona de Amortiguamiento	131.80 a 184.90 m
37.5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo	91.09 m
5.0-37.5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo a Equipos	91.09 a 131.80 m
Proyecto: ANÁLISIS DE RIESGO DE MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V.		
Nodo o sistema: 1	Descripción del escenario:	
No. de escenario: 2.1	Formación de un Jet Fire en el tanque para almacenamiento de GLP, a causa de un incendio en los alrededores de la zona de almacenamiento. La capacidad del tanque es hasta el 10 % (12,500 lt agua) y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² (evento más catastrófico)	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
	08/02/2021	Elaboró: María Teresa González Cortes		AR-2.1
	09/02/2021	Revisó: Carlos Suárez Plascencia		
	09/02/2021	Aprobó: Carlos Suárez Plascencia		



Escenario 3.1. Fuga de gas LP a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2” de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm², que encuentra una fuente de ignición y provoca un jet fire en la zona de recepción del auto-tanque en la planta de distribución de GLP.

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Planta de Almacenamiento y Distribución

Study

Study\Escenario 4\Leak

Fuga de gas LP a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2” de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm², que encuentra una fuente de ignición y provoca un jet fire.

Base Case

CASE Name: Data

Path: Study\Escenario 4\Leak

User-Defined Data

Scenario

Direction

[Outdoor release direction] Horizontal

Hole

Orifice diameter 12.7 mm

Use specified discharge coefficient? No

Release location

Tank head 1.5 m

Elevation 0 m

Material

Material

[Material characteristics] Toxic and flammable

[Material to track] LPG

Phase

[Phase to be released] Liquid

Discharge parameters

Droplet breakup mechanism

[Droplet break-up mechanism - instantaneous] Use flashing correlation

[Droplet break-up mechanism - continuous] Do not force correlation

Model settings

[Atmospheric expansion method] Closest to initial conditions

[Is flashing allowed to the orifice?] No flashing in the orifice

Dispersion

Averaging time for reports

[ERPG [1 hr]] No

[IDLH [30 mins]] No

[STEL [15 mins]] No

Dispersion scope

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

[Specify user-defined averaging time] Yes
 [User defined averaging time] 300 s

Bund, building and terrain: Default Terrain

Dispersing surface

[Surface over which the dispersion occurs] Land
 [Surface roughness length] User-defined
 [User-defined length] 183.2 mm

Bund, building and terrain: No Bund

Bund properties

[Bund height] 0 m
 [Bund area (internal)] 0 m²
 [Bund failure modeling] Bund cannot fail

Surface for pools

[Type of surface for pools] Concrete

Toxic parameters

Exposure time data

[Set averaging time equal to exposure time] Use a fixed averaging time

Indoor toxic calculations

[Specify the downwind building type] Unselected

Toxic contours

[Number of toxic levels] 4
 [Dose levels(1)] 1.3E+05
 [Dose levels(2)] 1.3E+06
 [Dose levels(3)] 1.3E+07
 [Dose levels(4)] 1.3E+08
 [Probit levels(1)] 2
 [Probit levels(2)] 3
 [Probit levels(3)] 4
 [Probit levels(4)] 10
 [Lethality levels(1)] 0.001 fraction
 [Lethality levels(2)] 0.01 fraction
 [Lethality levels(3)] 0.1 fraction
 [Lethality levels(4)] 0.99 fraction

Explosion parameters

Explosion method (Consequence calculations only)

[Explosion method] Multi-Energy; Uniform confined

Ignition

[Supply late ignition location] Ignition location supplied
 [Location of late ignition] 10 m

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: **Planta de Almacenamiento y Distribución**

Phast 7.11

Vapour liquid method

[Use of explosion mass modification factor Early and late explosions]
 [Explosion mass modification factor 3]

Fireball

Calculation method

[Fireball model Recommended]

Parameters

[Mass modification factor 3]

Radiation levels

[Number of input radiation levels 3]
 [Intensity levels(1) 1.4 kW/m²]
 [Intensity levels(2) 5 kW/m²]
 [Intensity levels(3) 37.5 kW/m²]

Result types to calculate

[Calculate probit No]
 [Calculate dose No]
 [Calculate lethality No]

Jet fire

Cone model data

[Horizontal options Use standard method]
 [Correlation Recommended]

Jet fire method

[Jet fire method Cone model]

Parameters

[Rate modification factor 3]

Radiation levels

[Number of input radiation levels 3]
 [Intensity levels(1) 1.4 kW/m²]
 [Intensity levels(2) 5 kW/m²]
 [Intensity levels(3) 37.5 kW/m²]

Result types to calculate

[Calculate probit No]
 [Calculate dose No]
 [Calculate lethality No]

Surface emissive power

[Calculation method for surface emissive power Calculate SEP]

Pool fire

Parameters

[Radiative fraction for general fires 0.4 fraction]

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Radiation levels

[Number of input radiation levels 3]
 [Intensity levels(1) 4 kW/m²]
 [Intensity levels(2) 12.5 kW/m²]
 [Intensity levels(3) 37.5 kW/m²]

Result types to calculate

[Calculate probit No]
 [Calculate dose No]
 [Calculate lethality No]

Path: Study\Escenario 4\Leak

DISCHARGE DATA for Weather:

Weathers for Study\Category 1.5/F

Wind Speed: 1.50 m/s
 Wind Speed at Height (Calculated) 0.46 m/s
 Pasquill Stability: F

USER-DEFINED QUANTITIES

Material LPG
 Scenario Leak
 Inventory 59.40 kg
 Fired Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 264.70 psi
 - Temperature 22.80 degC
 - Fluid State Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only) n/a
 Mass Flowrate 3.401 kg/s
 Release Duration 17.47 s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure 14.70 psi
 - Temperature 21.65 degC
 - Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases) 82.96 m/s
 - Discharge Coefficient 0.60

Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature -24.77 degC
 - Liquid Mass Fraction 0.73 fraction
 - Droplet Diameter 2.36718E+001 um
 - Expanded Radius 0.04 m
 - Velocity 82.96 m/s

DISCHARGE DATA for Weather:

Weathers for Study\Category 3/D

Wind Speed: 3.00 m/s

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Wind Speed at Height (Calculated) 1.92 m/s
 Pasquill Stability: D

USER-DEFINED QUANTITIES

Material LPG
 Scenario Leak
 Inventory 59.40 kg
 Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 264.70 psi
 - Temperature 22.80 degC
 - Fluid State Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

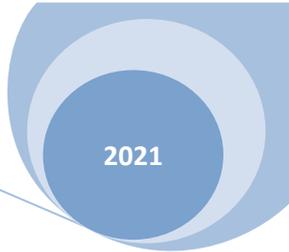
Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only) n/a
 Mass Flowrate 3.401 kg/s
 Release Duration 17.47 s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure 14.70 psi
 - Temperature 21.65 degC
 - Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases) 82.96 m/s
 - Discharge Coefficient 0.60

Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature -24.77 degC
 - Liquid Mass Fraction 0.73 fraction
 - Droplet Diameter 2.36718E+001 um
 - Expanded Radius 0.04 m
 - Velocity 82.96 m/s



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: Study\Escenario 4\Leak

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m
 All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m
 All flammable results are reported at the cloud centre line height

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 3/D
UFL (9.243E+04)	18.75	s	14.59	12.33
LFL (1.714E+04)	18.75	s	59.89	66.8
LFL Frac (8571)	18.75	s	73.21	85.58

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 3/D
UFL (9.243E+04)	18.75	s	0	0
LFL (1.714E+04)	18.75	s	0	0
LFL Frac (8571)	18.75	s	0	0

Jet Fire Hazard

Path: Study\Escenario 4\Leak

Jet fire method used: Cone model - Recommended

Jet Fire Status	Category 1.5/F	Category 3/D
Truncated	Truncated	Truncated
Flame Direction	Horizontal	Horizontal

Radiation Effects: Jet Fire Ellipse

Path: Study\Escenario 4\Leak

This table gives the distances to the specified radiation levels for each jet fire listed in the above hazard table

Radiation Level			Category 1.5/F	Category 3/D
1.4	kW/m ²		67.82	65.2
5	kW/m ²		49.15	45.7
37.5	kW/m ²		34.59	30.64

Fireball Hazard

Path: Study\Escenario 4\Leak

Fireball Flame Status	Category 1.5/F	Category 3/D
Hazard	Hazard	Hazard

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Radiation Effects: Fireball Ellipse

Path: Study\Escenario 4\Leak

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Radiation Level	1.4	kW/m ²	108.2	108.2
Radiation Level	5	kW/m ²	56.19	56.19
Radiation Level	37.5	kW/m ²	5.337	5.337

Flash Fire Envelope

Path: Study\Escenario 4\Leak

All flammable results are reported at the cloud centre line height

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Furthest Extent	8571	ppm	73.21	85.58
Furthest Extent	1.714E+04	ppm	59.89	66.8

			Heights (m) for above distances	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Furthest Extent	8571	ppm	0	0
Furthest Extent	1.714E+04	ppm	0	0

Explosion Effects: Early Explosion

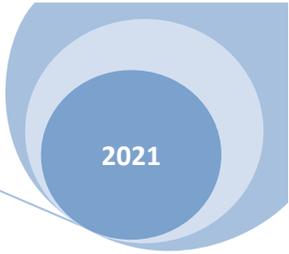
Path: Study\Escenario 4\Leak

Early Explosions are assumed to be centered at the release location
Explosion Model Used : ME

			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass			59.4	59.4

			Distance (m) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	99.78	99.78
Overpressure	1	psi	53.93	53.93
Overpressure	10	psi	11.54	11.54

			Used Mass (kg) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	47.97	47.97
Overpressure	1	psi	47.97	47.97
Overpressure	10	psi	47.97	47.97



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

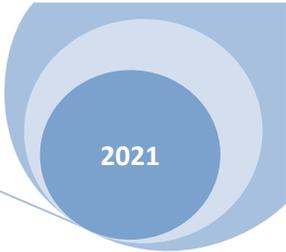
Phast 7.11

Explosion Effects: Late Ignition

Path: Study\Escenario 4\Leak

Explosion Model Used : Multi-Energy: Uniform confined
 Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)
 All distances are measured from the Source
 All flammable results are reported at the cloud centre line height

			Maximum Distance (m) at Overpressure Level	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	35.18	33.62
Overpressure	1	psi	23.61	22.77
Overpressure	10	psi	12.91	12.73
			Supplementary Data at 0.5 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	0.7708	0.6363
Used Flammable Mass		kg	0.7708	0.6363
Overpressure Radius		m	25.18	23.62
Distance to:				
- Ignition Source		m	10	10
- Cloud Front/Centre		m	10	10
- Explosion Centre		m	10	10
			Supplementary Data at 1 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	0.7708	0.6363
Used Flammable Mass		kg	0.7708	0.6363
Overpressure Radius		m	13.61	12.77
Distance to:				
- Ignition Source		m	10	10
- Cloud Front/Centre		m	10	10
- Explosion Centre		m	10	10
			Supplementary Data at 10 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	0.7708	0.6363
Used Flammable Mass		kg	0.7708	0.6363
Overpressure Radius		m	2.911	2.731
Distance to:				
- Ignition Source		m	10	10
- Cloud Front/Centre		m	10	10
- Explosion Centre		m	10	10



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,461

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Weather Conditions

Path: Study\Escenario 4\Leak

		Category 1.5/F	Category 3/D
Wind Speed	m/s	1.5	3
Pasquill Stability		F	D
Atmospheric Temperature	degC	22.8	22.8
Surface Temperature	degC	9.85	9.85
Relative Humidity	fraction	0.5	0.5

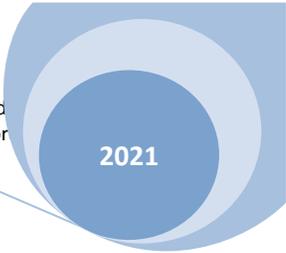


Figura 42. Escenario 3.1

Radios potenciales de afectación por radiación térmica emitida por un Jet Fire

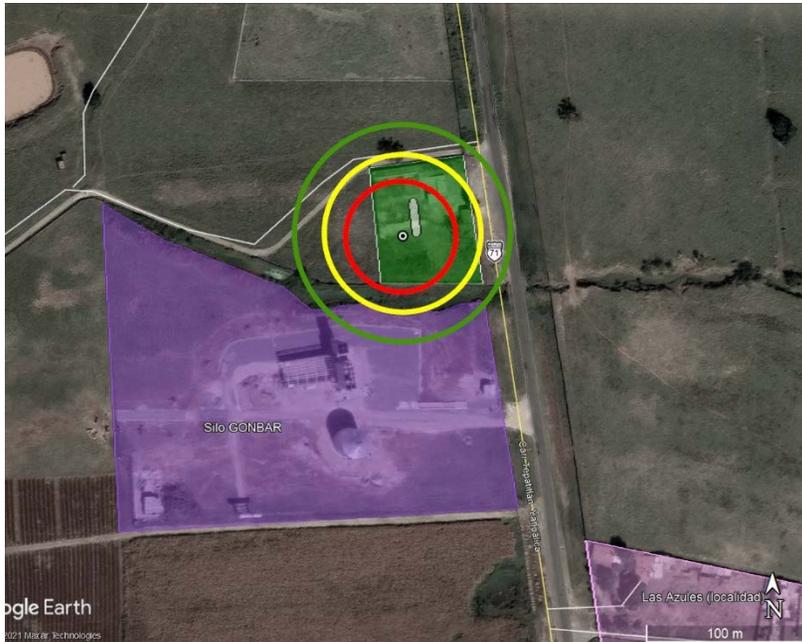
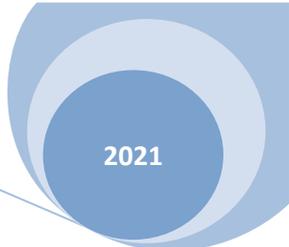


DIAGRAMA DE PÉTALOS

Radios potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 – 5.0 kW/m ² —	Zona de Amortiguamiento	49.15 a 67.82 m
37.5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo	34.59 m
5.0-37.5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo a Equipos	34.59 a 49.15 m
Proyecto: ANÁLISIS DE RIESGO DE MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V.		
Nodo o sistema: 2	Descripción del escenario:	
No. de escenario: 3.1	Fuga de gas LP a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² , que encuentra una fuente de ignición y provoca un jet fire en la zona de recepción del auto-tanque en la planta de distribución de GLP.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
	08/02/2021	Elaboró: María Teresa González Cortes		AR-3.1
	09/02/2021	Revisó: Carlos Suárez Plascencia		
	09/02/2021	Aprobó: Carlos Suárez Plascencia		



Escenario 3.2. (EVENTO MÁS PROBABLE). Fuga de GLP a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm², se acumula el gas en forma de nube en la zona de recepción entre el autotanque y el tanque de almacenamiento y este encuentra una fuente de ignición que provoca la detonación de la nube de GLP acumulada.

SUMMARY REPORT Unique Audit Number: 133,462
 Study Folder: **Planta de Almacenamiento y Distribución** Phast 7.11

Planta de Almacenamiento y Distribución

Study

Study/Escenario 5\Leak

Fuga de GLP a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm², se acumula el gas en forma de nube en la zona de recepción del autotanque y el tanque de almacenamiento y este encuentra una fuente de ignición que detona la nube de GLP acumulada.

Base Case

CASE Name: **Data**

Path: Study\Escenario 5\Leak

User-Defined Data

Scenario

Direction

[Outdoor release direction Horizontal]

Hole

Orifice diameter 12.7 mm
 Use specified discharge coefficient? No

Release location

Tank head 1.5 m
 Elevation 0 m

Material

Material

[Material characteristics Toxic and flammable]
 [Material to track LPG]

Phase

[Phase to be released Liquid]

Discharge parameters

Droplet breakup mechanism

[Droplet break-up mechanism - instantaneous Use flashing correlation]
 [Droplet break-up mechanism - continuous Do not force correlation]

Model settings

[Atmospheric expansion method Closest to initial conditions]
 [Is flashing allowed to the orifice? No flashing in the orifice]

Dispersion

Averaging time for reports

[ERPG [1 hr] No]
 [IDLH [30 mins] No]
 [STEL [15 mins] No]

Dispersion scope

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

[Specify user-defined averaging time] Yes
 [User defined averaging time] 300 s]

Bund, building and terrain: Default Terrain

Dispersing surface

[Surface over which the dispersion occurs] Land]
 [Surface roughness length] User-defined]
 [User-defined length] 183.2 mm]

Bund, building and terrain: No Bund

Bund properties

[Bund height] 0 m]
 [Bund area (internal)] 0 m²]
 [Bund failure modeling] Bund cannot fail]

Surface for pools

[Type of surface for pools] Concrete]

Toxic parameters

Exposure time data

[Set averaging time equal to exposure time] Use a fixed averaging time]

Indoor toxic calculations

[Specify the downwind building type] Unselected]

Toxic contours

[Number of toxic levels] 4]
 [Dose levels(1)] 1.3E+05]
 [Dose levels(2)] 1.3E+06]
 [Dose levels(3)] 1.3E+07]
 [Dose levels(4)] 1.3E+08]
 [Probit levels(1)] 2]
 [Probit levels(2)] 3]
 [Probit levels(3)] 4]
 [Probit levels(4)] 10]
 [Lethality levels(1)] 0.001 fraction]
 [Lethality levels(2)] 0.01 fraction]
 [Lethality levels(3)] 0.1 fraction]
 [Lethality levels(4)] 0.99 fraction]

Explosion parameters

Explosion method (Consequence calculations only)

[Explosion method] Multi-Energy; Uniform confined]

Ignition

[Supply late ignition location] Ignition location supplied]
 [Location of late ignition] 100 m]

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: **Planta de Almacenamiento y Distribución**

Phast 7.11

Vapour liquid method

[Use of explosion mass modification factor Early and late explosions]
 [Explosion mass modification factor 3]

Fireball

Calculation method

[Fireball model Recommended]

Parameters

[Mass modification factor 3]

Radiation levels

[Number of input radiation levels 3]
 [Intensity levels(1) 1.4 kW/m²]
 [Intensity levels(2) 5 kW/m²]
 [Intensity levels(3) 37.5 kW/m²]

Result types to calculate

[Calculate probit No]
 [Calculate dose No]
 [Calculate lethality No]

Jet fire

Cone model data

[Horizontal options Use standard method]
 [Correlation Recommended]

Jet fire method

[Jet fire method Cone model]

Parameters

[Rate modification factor 3]

Radiation levels

[Number of input radiation levels 3]
 [Intensity levels(1) 1.4 kW/m²]
 [Intensity levels(2) 5 kW/m²]
 [Intensity levels(3) 37.5 kW/m²]

Result types to calculate

[Calculate probit No]
 [Calculate dose No]
 [Calculate lethality No]

Surface emissive power

[Calculation method for surface emissive power Calculate SEP]

Pool fire

Parameters

[Radiative fraction for general fires 0.4 fraction]

Date: 08/02/2021

3 of 9

Time: 05:21:33p.m.

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Radiation levels

[Number of input radiation levels	3]
[Intensity levels(1)	4 kW/m ²
[Intensity levels(2)	12.5 kW/m ²
[Intensity levels(3)	37.5 kW/m ²

Result types to calculate

[Calculate probit	No]
[Calculate dose	No]
[Calculate lethality	No]

Path: Study\Escenario 5\Leak

DISCHARGE DATA for Weather:

Weathers for Study\Category 1.5/F

Wind Speed:	1.50 m/s
Wind Speed at Height (Calculated)	0.46 m/s
Pasquill Stability:	F

USER-DEFINED QUANTITIES

Material	LPG
Scenario	Leak
Inventory	59.40 kg
Fired Duration	n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure	264.70 psi
- Temperature	22.80 degC
- Fluid State	Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a
Mass Flowrate	3.401 kg/s
Release Duration	17.47 s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure	14.70 psi
- Temperature	21.65 degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases)	82.96 m/s
- Discharge Coefficient	0.60

Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature	-24.77 degC
- Liquid Mass Fraction	0.73 fraction
- Droplet Diameter	2.36718E+001 um
- Expanded Radius	0.04 m
- Velocity	82.96 m/s

DISCHARGE DATA for Weather:

Weathers for Study\Category 3/D

Wind Speed:	3.00 m/s
-------------	----------

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: **Planta de Almacenamiento y Distribución**

Phast 7.11

Wind Speed at Height (Calculated) 1.92 m/s
 Pasquill Stability: D

USER-DEFINED QUANTITIES

Material LPG
 Scenario Leak
 Inventory 59.40 kg
 Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 264.70 psi
 - Temperature 22.80 degC
 - Fluid State Non-saturated liquid

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only) n/a
 Mass Flowrate 3.401 kg/s
 Release Duration 17.47 s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure 14.70 psi
 - Temperature 21.65 degC
 - Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases) 82.96 m/s
 - Discharge Coefficient 0.60

Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature -24.77 degC
 - Liquid Mass Fraction 0.73 fraction
 - Droplet Diameter 2.36718E+001 um
 - Expanded Radius 0.04 m
 - Velocity 82.96 m/s

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: Study\Escenario 5\Leak

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m
 All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m
 All flammable results are reported at the cloud centre line height

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 3/D
UFL (9.243E+04)	18.75	s	14.59	12.33
LFL (1.714E+04)	18.75	s	59.89	66.8
LFL Frac (8571)	18.75	s	73.21	85.58

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 3/D
UFL (9.243E+04)	18.75	s	0	0
LFL (1.714E+04)	18.75	s	0	0
LFL Frac (8571)	18.75	s	0	0

Jet Fire Hazard

Path: Study\Escenario 5\Leak

Jet fire method used: Cone model - Recommended

Jet Fire Status	Category 1.5/F	Category 3/D
Truncated	Truncated	Truncated
Flame Direction	Horizontal	Horizontal

Radiation Effects: Jet Fire Ellipse

Path: Study\Escenario 5\Leak

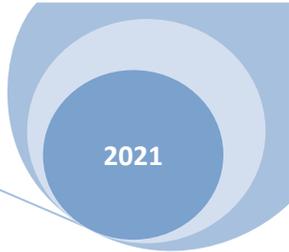
This table gives the distances to the specified radiation levels for each jet fire listed in the above hazard table

Radiation Level			Category 1.5/F	Category 3/D
1.4	kW/m ²		67.82	65.2
5	kW/m ²		49.15	45.7
37.5	kW/m ²		34.59	30.64

Fireball Hazard

Path: Study\Escenario 5\Leak

Fireball Flame Status	Category 1.5/F	Category 3/D
Hazard	Hazard	Hazard



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: **Planta de Almacenamiento y Distribución**

Phast 7.11

Radiation Effects: Fireball Ellipse

Path: Study\Escenario 5\Leak

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Radiation Level	1.4	kW/m ²	108.2	108.2
Radiation Level	5	kW/m ²	56.19	56.19
Radiation Level	37.5	kW/m ²	5.337	5.337

Flash Fire Envelope

Path: Study\Escenario 5\Leak

All flammable results are reported at the cloud centre line height

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Furthest Extent	8571	ppm	73.21	85.58
Furthest Extent	1.714E+04	ppm	59.89	66.8

			Heights (m) for above distances	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Furthest Extent	8571	ppm	0	0
Furthest Extent	1.714E+04	ppm	0	0

Explosion Effects: Early Explosion

Path: Study\Escenario 5\Leak

Early Explosions are assumed to be centered at the release location
Explosion Model Used : ME

			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass			59.4	59.4

			Distance (m) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	99.78	99.78
Overpressure	1	psi	53.93	53.93
Overpressure	10	psi	11.54	11.54

			Used Mass (kg) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	47.97	47.97
Overpressure	1	psi	47.97	47.97
Overpressure	10	psi	47.97	47.97

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

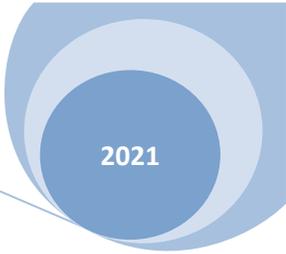
Phast 7.11

Explosion Effects: Late Ignition

Path: Study\Escenario 5\Leak

Explosion Model Used : Multi-Energy: Uniform confined
 Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)
 All distances are measured from the Source
 All flammable results are reported at the cloud centreline height

			Maximum Distance (m) at Overpressure Level	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Overpressure	0.5	psi	140.4	138.1
Overpressure	1	psi	105	102.2
Overpressure	10	psi	77.49	81.79
			Supplementary Data at 0.5 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	25.08	23.03
Used Flammable Mass		kg	25.08	23.03
Overpressure Radius		m	80.39	78.14
Distance to:				
- Ignition Source		m	60	60
- Cloud Front/Centre		m	35.61	60
- Explosion Centre		m	60	60
			Supplementary Data at 1 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	13.1	23.03
Used Flammable Mass		kg	13.1	23.03
Overpressure Radius		m	34.99	42.23
Distance to:				
- Ignition Source		m	70	60
- Cloud Front/Centre		m	41.45	60
- Explosion Centre		m	70	60
			Supplementary Data at 10 psi	
			Category 1.5/F	Category 3/D
Supplied Flammable Mass		kg	13.1	0.1792
Used Flammable Mass		kg	13.1	0.1792
Overpressure Radius		m	7.485	1.79
Distance to:				
- Ignition Source		m	70	80
- Cloud Front/Centre		m	41.45	62.17
- Explosion Centre		m	70	80



SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 133,462

Study Folder: Planta de Almacenamiento y Distribución

Phast 7.11

Weather Conditions

Path: Study\Escenario 5\Leak

		Category 1.5/F	Category 3/D
Wind Speed	m/s	1.5	3
Pasquill Stability		F	D
Atmospheric Temperature	degC	22.8	22.8
Surface Temperature	degC	9.85	9.85
Relative Humidity	fraction	0.5	0.5

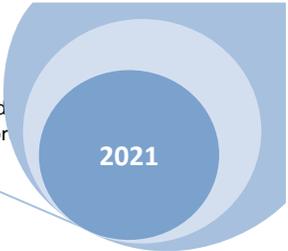
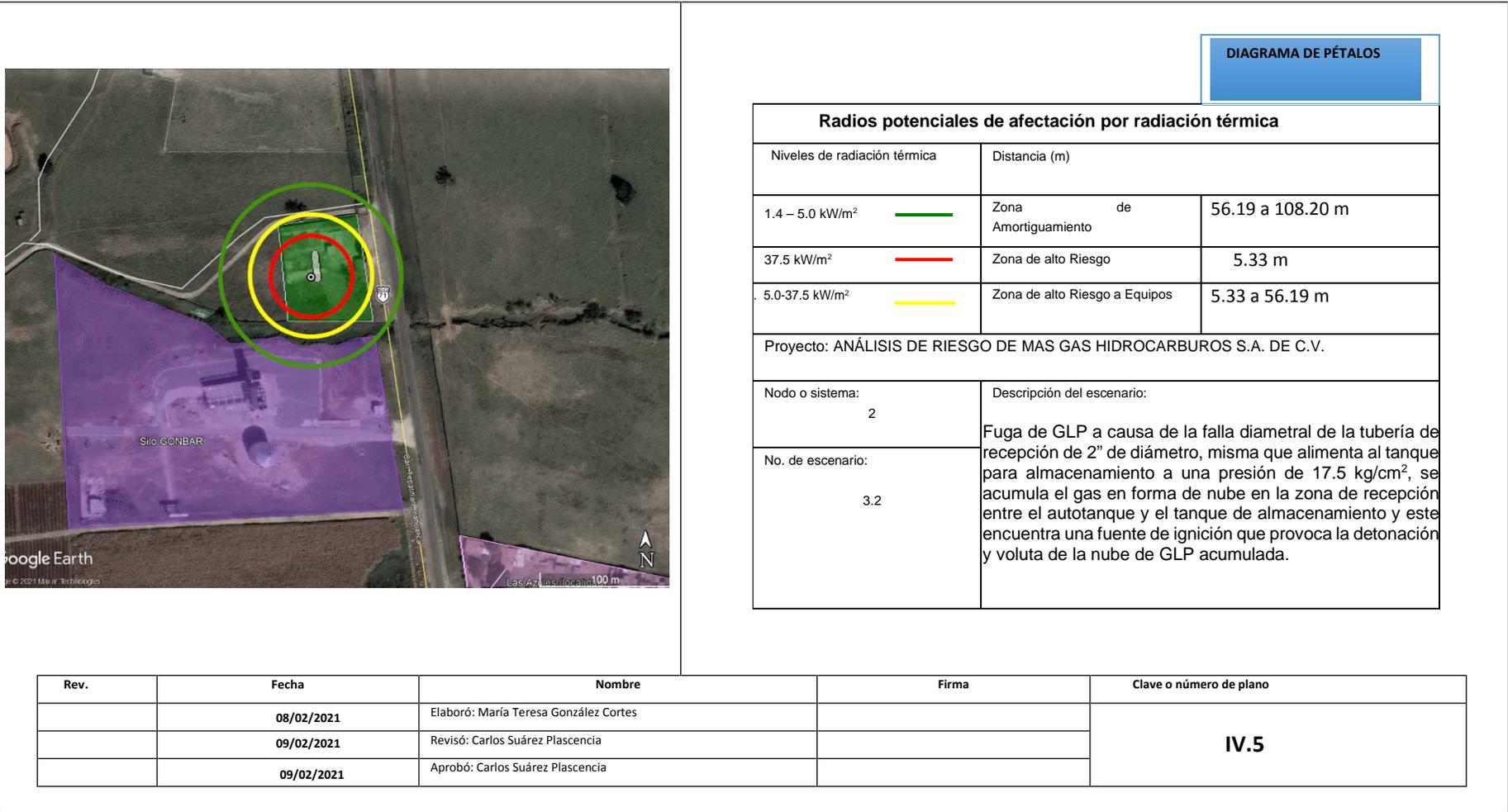


Figura 43. Escenario 3.2

Radio potenciales de afectación por radiación térmica emitida por una voluta de fuego



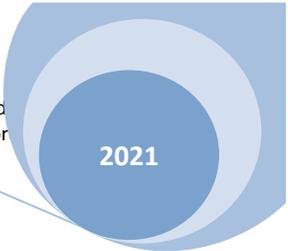
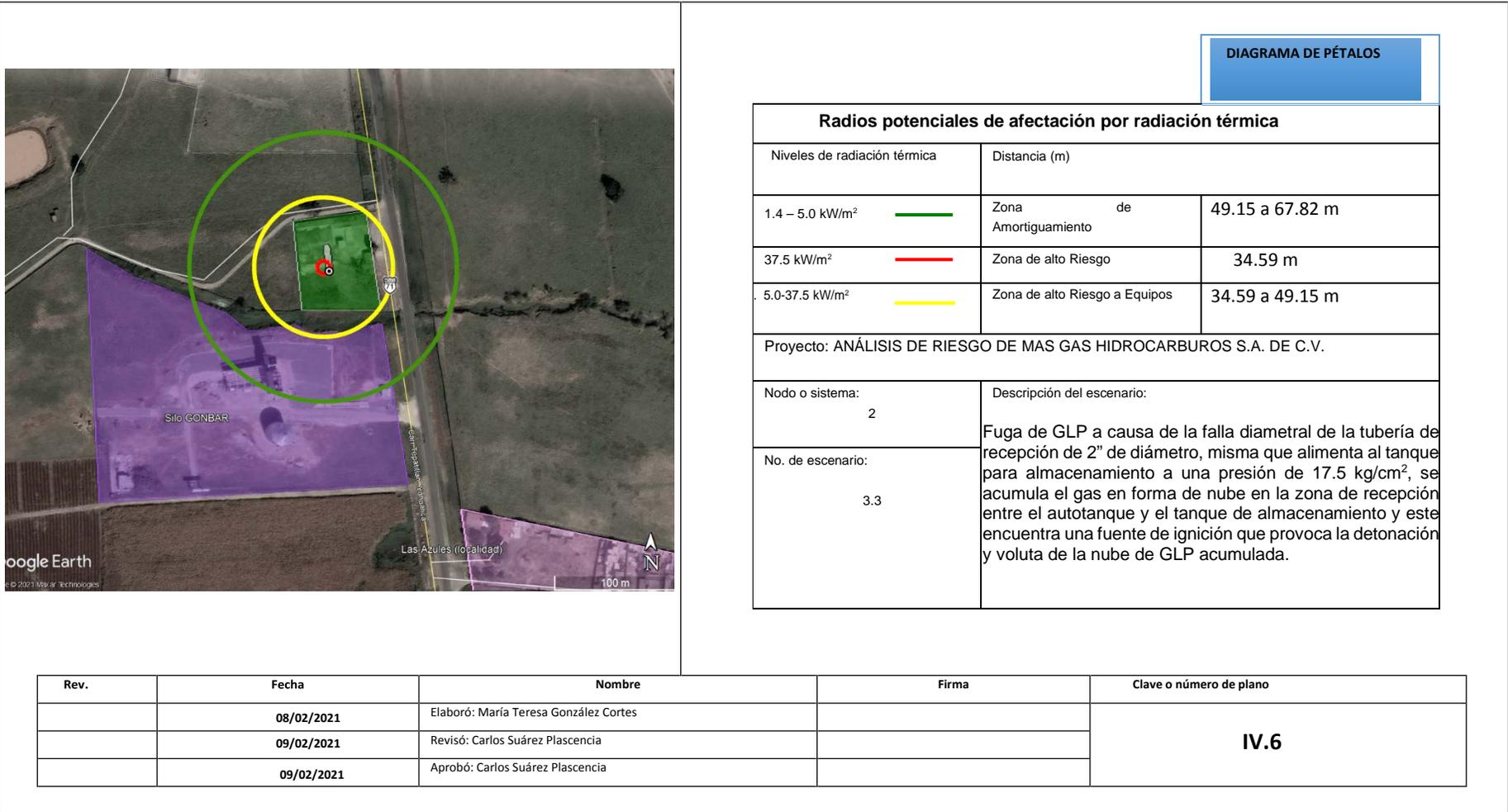


Figura44. Escenario 3.2

Radio potenciales de afectación por radiación térmica emitida por una voluta de fuego



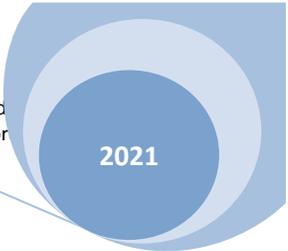
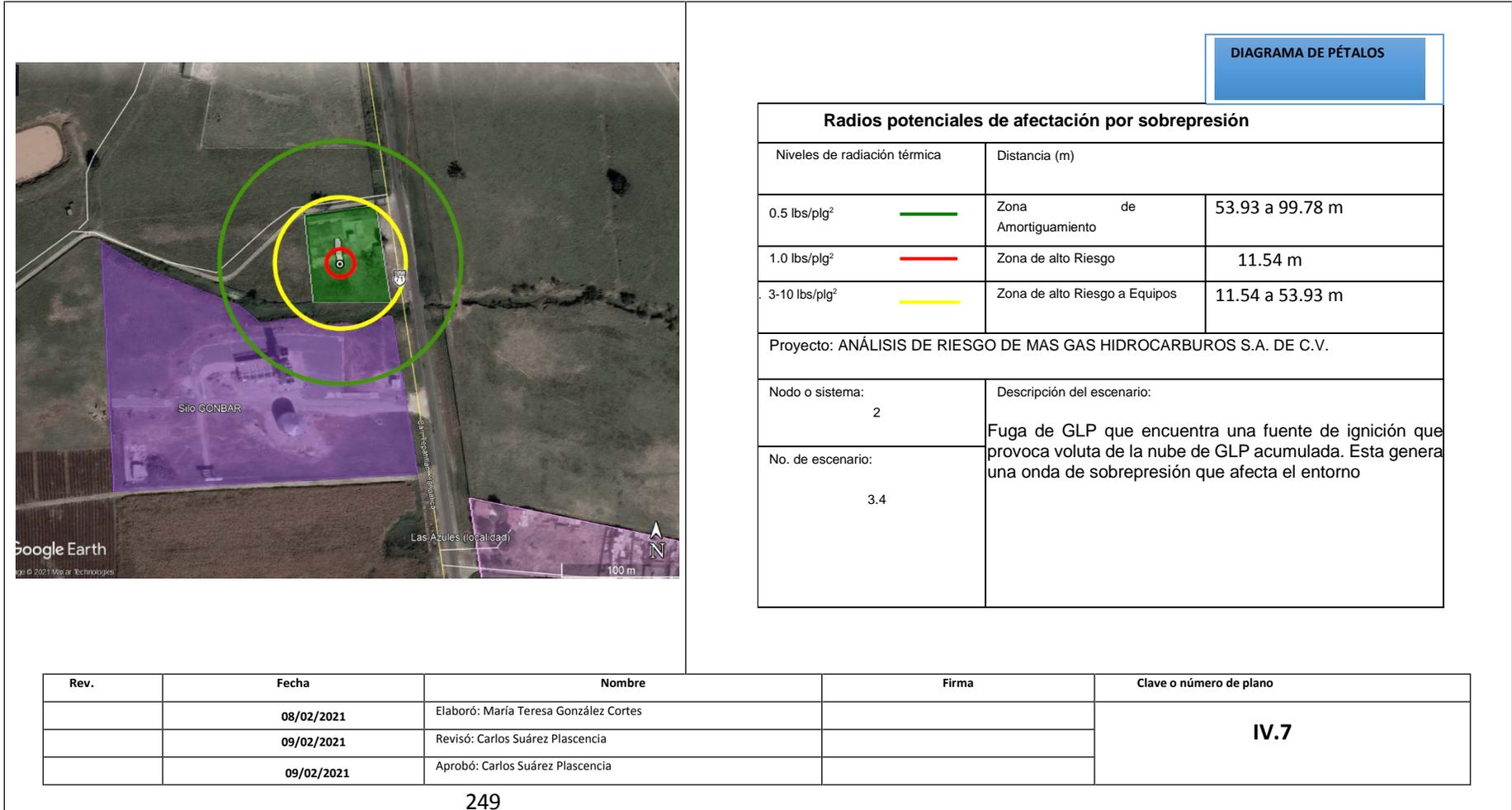


Figura 45. Escenario 3.4

Radios potenciales de afectación por ondas de sobrepresión por la generación de la formación de una voluta de fuego



5.4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

5.4.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Para cada escenario de riesgo simulado se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones, en el probable caso de que estos se lleguen a presentar, considerando las áreas de interés, instalaciones, población, personal, ductos, cruzamientos, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, donde se consideró la probabilidad de ocurrencia de un efecto domino, se describe detalladamente las posibles afectaciones a los receptores de riesgo. (Personas, población, medio ambiente, instalaciones, etc.).

De igual manera se mencionan las medidas preventivas que son consideradas para evitar el evento o minimizar la probabilidad de que ocurra, donde se justifica la compatibilidad del proyecto con el entorno, se consideran los programas de mantenimiento, e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicaran una vez que se ponga en marcha el proyecto.

A continuación se realiza la descripción de las zonas vulnerables que se encuentren inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, así como los efectos al personal de la planta, la población, al ambiente local y a instalaciones productivas cercanas, ello para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de salvaguarda y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia los efectos que se tendrán sobre los equipos a colocar para la operación de las instalaciones de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V.

Tabla 42. Descripción de los posibles receptores de Riesgo Escenario 1

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
Esc. 1.1	<p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m² hasta los 5 kW/m², obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 37 kW/m² 100% de mortalidad en 1 minuto. ▪ A 25 kW/m² 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos. ▪ A 12.5 kW/m² Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. Es más que conveniente, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos. ▪ A 9.5 kW/m² Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. ▪ A 8 kW/m² Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. ▪ La onda de sobrepresión de 3 lb/in² a 10 lb/in² derivada de una explosión que va de poco daño a maquinaria pesada (3,000 lb) dentro de edificios industriales; armazones de acero en edificios se deforman y son arrancados de sus cimientos hasta la probable destrucción total de edificios; desplazamiento y fuerte daño a maquinaria pesada (7 000 lb), la maquinaria muy pesada (12 000 lb) sobrevive. El área de afectación corresponde al radio de 9.94 a 46.49 m que se ubica en la propia planta y predios con pastizales y la carretera 	<p>Válvula de cierre rápido</p> <p>Válvula de cierre manual</p> <p>Indicador de flujo de gas con no retroceso</p> <p>Control de incendios a base de extintores portátiles y de carretilla, hidrantes y sistema de aspersión al tanque</p> <p>Sistema de enfriamiento a tanque por medio de agua (aspersores)</p>

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p>▪ Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</p> <p><u>Personal:</u></p> <p>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que labora en el Proyecto, en caso de que se llegara a presentar el evento de incendio en el área de Tanque de Almacenamiento de Gas L.P. se incluyen los efectos o daños generados a las personas que se encuentren ubicadas dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.</p> <p>Para las personas que se encuentren a una distancia de 3.13 m donde se tiene una radiación de 37.5 kW/m² se espera la muerte de personas, ya que con 25 kW/m² se tiene el 1% de probabilidad de mortalidad en 1 minuto y lesiones significativas en 10 segundos, asimismo a una distancia a partir de 47.89 m donde se recibiría una radiación de 5 kW/m² será mucho menor la radiación de 12.5 kW/m² hasta una que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin trajes especiales, se tendría solo el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.</p> <p>A partir de 47.89 m donde es el límite de la zona de alto riesgo y donde la distancia es inversamente proporcional a la radiación, hasta alcanzar la zona de amortiguamiento con un límite de 92.5 m, donde se tendría 1.4 kW/m².</p> <p>Para la onda de sobrepresión el radio de 9.94 a 46.49 m afectaría al personal de la planta causando lesiones o fallecimientos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador de presión en el cuerpo del tanque • Muros perimetrales de protección al tanque de almacenamiento • Válvulas de alivio de presión en el cuerpo del tanque • Indicador de temperatura en el cuerpo del tanque • Válvulas de máximo llenado (una al 86.25% y otra al 90%) • Construcción del tanque conforme a normas API • Pruebas de radiografiado en la construcción del tanque

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p><u>Población:</u></p> <p>Dado que la empresa se encuentra en una zona rural con actividades agropecuarias y agroindustrias (forrajera, granjas avícolas, un silo en construcción y ranchos ganaderos) y donde aproximadamente a 242 m del proyecto con dirección suroriente, se encuentra una localidad rural llamada “Las Azules”, la cual, según datos del Censo de población 2015 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 242 habitantes y una densidad de 31.96 hab/ha. Con base en los resultados del modelado el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 47.89 m y 131.80 m mientras la zona de amortiguamiento esta 92.5 m y 184.90 m, la afectación a la población seria alrededor de 1.4 kW/m². Por lo que al ubicarse a 110.20 m de distancia de daños al equipo, el rancho ganadero al NW se ubica a 171.5 m. Con base en estas distancias en la zona habitada y el rancho ganadero zona no habría afectación en la población.</p> <p><u>Ambiente:</u></p> <p>Dentro del radio de 500 m, la cubierta vegetal el sitio y área pertenece a una zona clasificada con usos pastizales, rústicos y agrícolas, al norte, oriente y poniente se identifica pastizales, esta vegetación podría ser afectada por la radiación, lo que equivale a su eliminación total.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u></p> <p>Los eventos modelados del escenario 1 puede generar pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. Al sur y suroeste se ubica un silo en construcción perteneciente a GONBAR que se localiza a 79 m, eso lo hace ubicarse fuera de la zona de radiación térmica del escenario 1, por lo que al momento del inicio de un incidente deberá suspender sus labores y evacuar a sus trabajadores hacia el sector sur a la localidad Las Azules.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del tanque a norma • Existencia de un sistema de enfriamiento en base a extintores, hidrantes y aspersion en el tanque de almacenamiento • Programa continuo de mantenimiento a compresor, bombas y tuberías

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones preventivas
	<p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m^2 hasta los 1.4 kW/m^2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A $11,7 \text{ kW/m}^2$. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, ▪ A $12,5 \text{ kW/m}^2$. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, ▪ A 25 kW/m^2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación, ▪ A $37,5 \text{ kW/m}^2$. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras, ▪ A 40 kW/m^2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y del tanque, ▪ A 60 kW/m^2. Máxima radiación tolerable por el cemento, ▪ A 200 kW/m^2. Debilitamiento del hormigón armado. <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m^2 a 5 kW/m^2, el rango de afectación sería de aproximadamente de 3.13 m a 48 m teniendo el daño a la infraestructura existente a una distancia a partir de 3 m, donde se tiene una radiación de 37.5 kW/m^2 hasta una distancia de 48 m, con una radiación de 5 kW/m^2, donde la afectación sería suficiente para causar daño, ya que con 40 kW/m^2 que es el máximo tolerable por el acero estructural se presentaría la destrucción de equipos y tanque, a 37.5 kW/m^2 se tendría de igual manera colapso de estructuras y con 25 kW/m^2 el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <p>En este radio de 48 m se ubica la totalidad de la planta y predios con pastizal, el camino de ingreso al norte y el derecho de vía de la carretera Tepatitlán-Yahualica, por lo que no hay afectaciones al entorno.</p>	

Tabla 43. Descripción de los posibles receptores de Riesgo Escenario 2

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 2	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
Escenario 2.1	<p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m^2 hasta los 5 kW/m^2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 37 kW/m^2 100% de mortalidad en 1 minuto. ▪ A 25 kW/m^2 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos. ▪ A $12,5 \text{ kW/m}^2$ Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. Es más que conveniente, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis ▪ Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos. ▪ A $9,5 \text{ kW/m}^2$ Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. ▪ A 8 kW/m^2 Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. ▪ Asfixia por la disminución de oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de cierre rápido • Válvula de cierre manual • Indicador de flujo de gas con no retroceso • Sistema contra incendios a base de extintores portátiles y de carretilla, hidrantes y aspersores en el tanque • Sistema de protección por aspersión con agua • Indicador de presión en el cuerpo del tanque • Muros perimetrales de protección al tanque de almacenamiento • Válvulas de alivio de presión en el cuerpo del tanque • Indicador de temperatura en el cuerpo del tanque • Válvulas de máximo llenado (una al 86.25% y otra al 90%)

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 2	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p><u>Personal:</u></p> <p>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que labora en el Proyecto, en caso de que se llegara a presentar el evento de incendio en el área de Tanque de Almacenamiento de Gas L.P. se incluyen los efectos o daños generados a las personas que se encuentren ubicadas dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.</p> <p>Para las personas que se encuentren a una distancia de 91.09 m donde se tiene una radiación de 37.5 kW/m^2 se espera el fallecimiento de personas, ya que con 25 kW/m^2 se tiene el 1% de probabilidad de mortalidad en 1 minuto y lesiones significativas en 10 segundos, asimismo a una distancia a partir de 37.5 m donde se recibiría una radiación de 5 kW/m^2 será mucho menor la radiación de 12.5 kW/m^2 hasta una que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin trajes especiales, se tendría solo el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.</p> <p>A partir de 131.8 m donde es el límite de la zona de alto riesgo y donde la distancia es inversamente proporcional a la radiación, hasta alcanzar la zona de amortiguamiento con un límite de 184.9 m, donde se tendría 1.4 kW/m^2.</p> <p>En esta distancia está deshabitado, solo se identifican los patios del silo de GONBAR que está en construcción, por lo que al momento de un incidente deberán ser evacuados hacia la localidad Las Azules ubicado a 242 m al SE.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del tanque conforme a normas API • Válvulas construidas a norma • Compresor y bombas construidas a norma • Tuberías construidas a norma • Pruebas de radiografiado en la construcción del tanque • Programa de mantenimiento periódico a las instalaciones mecánicas de la planta de distribución

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 2	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p><u>Población:</u></p> <p>Dado que la empresa se encuentra en una zona rural con actividades agropecuarias y agroindustrias (forrajera, granjas avícolas, un silo en construcción y ranchos ganaderos) y donde aproximadamente a 242 m del proyecto con dirección suroriente, se encuentra una localidad rural llamada “Las Azules”, la cual, según datos del Censo de población 2015 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 242 habitantes y una densidad de 31.96 hab/ha. Y dado que el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 131.8 m mientras la zona de amortiguamiento esta 184.9 m, la afectación a la población de la localidad Las Azules sería por la radiación de 1.4 kW/m². Por lo que no habría afectación en la población.</p> <p><u>Ambiente:</u></p> <p>Dentro del buffer de 500 m, la cubierta vegetal el sitio y área pertenece a una zona clasificada con un uso agropecuario y ganadera, debido a ello se ha ido cambiando sus características naturales, quedando solo relictos en el arbolado de un bosque mixto con árboles aislados de Quercus en las parcelas ubicadas del entorno. Se identificó parcelas con pastizales para pastoreo del ganado vacuno que junto con las granjas avícolas son la actividad principal de la zona. En lo referente a la vegetación por los efectos de la radiación podría presentarse la eliminación total de la cobertura vegetal formada por pastizales y árboles aislados.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u></p> <p>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción.</p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m² hasta los 1.4 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> • A 11.7 kW/m². El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica • A 12.5 kW/m². Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos • A 25 kW/m². El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación • A 37.5 kW/m². Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras • A 40 kW/m². Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques • A 60 kW/m². Máxima radiación tolerable por el cemento, • A 200 kW/m². Debilitamiento del hormigón armado <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m² a 5 kW/m², el rango de afectación sería de aproximadamente de 91.09 m a 131.8 m teniendo el daño a la infraestructura existente a una distancia a partir de 91 m, donde se tiene una radiación de 37.5 kW/m² hasta una distancia de 131.08 m, con una radiación de 5 kW/m², donde la afectación sería suficiente para causar daño, ya que con 40 kW/m² que es el máximo tolerable por el acero estructural se presentaría la destrucción de equipos y tanques, a 37.5 kW/m² se tendría de igual manera colapso de estructuras y con 25 kW/m² el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <p>Asimismo, la susceptibilidad de que ocurra esto dado la distancia entre la Planta de Distribución de GLP y las instalaciones del Silo de GONBAR en construcción, por lo que de ocurrir este evento podría dañar estas instalaciones, pudiendo causar un incendio de polvos derivados del manejo de semillas en el silo y su trasvase, lo que generaría un efecto dominó. Sin embargo, entre el tanque y la primera instalación de GONBAR se encuentra a una distancia de 79 m y del silo a 125 m al SE, por lo que el desarrollo de este escenario podrá provocar un daño a estas instalaciones.</p>	
--	---	--

Tabla 44. Descripción de los posibles receptores de Riesgo Escenario 3.1

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
Esc. 3.1	<p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m^2 hasta los 5 kW/m^2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 37 kW/m^2 100% de mortalidad en 1 minuto ▪ A 25 kW/m^2 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos ▪ A 12.5 kW/m^2 Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. Es más que conveniente, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos ▪ A 9.5 kW/m^2 Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos ▪ A 8 kW/m^2 Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto ▪ Asfixia por la disminución de oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Válvula de exceso de flujo en la salida del tanque de almacenamiento ▪ Sistema de retorno de gas-líquido al tanque de almacenamiento ▪ Válvula de exceso de flujo en el soporte de la toma de suministro ▪ Válvula de cierre con actuador neumático ▪ Punto de ruptura en la manguera de suministro ▪ Medidor másico para control de flujo

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p><u>Personal:</u></p> <p>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que labora en la planta, en caso de que se llegara a presentar el evento de incendio en el área de tubería de 2" de suministro a tanque de almacenamiento de GLP se incluyen los efectos o daños generados a las personas que se encuentren ubicadas dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.</p> <p>Para las personas que se encuentren a una distancia de 34.59 m donde se tiene una radiación de 37.5 KW/m^2 se espera la muerte de personas, ya que con 25 Kw/m^2 se tiene el 1% de probabilidad de mortalidad en 1 minuto y lesiones significativas en 10 segundos, asimismo a una distancia a partir de 49.15 m donde se recibiría una radiación de 5 Kw/m^2 será mucho menor la radiación de 12.5 kW/m^2 hasta una que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin trajes especiales, se tendría solo el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.</p> <p>A partir de 49.15 m donde es el límite de la zona de alto riesgo y donde la distancia es inversamente proporcional a la radiación, hasta alcanzar la zona de amortiguamiento con un límite de 67.82 m, donde se tendría 1.4 kW/m^2.</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Dado que la empresa se encuentra en una zona rural con actividades agropecuarias y agroindustrias (forrajera, granjas avícolas, un silo en construcción y ranchos ganaderos) y donde aproximadamente a 242 m del proyecto con dirección suroriente, se encuentra una localidad rural llamada "Las Azules", la cual, según datos del Censo de población 2015 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 242 habitantes y una densidad de 31.96 hab/ha. Y dado que el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 49.15 m mientras la zona de amortiguamiento esta 67.82 m, la afectación a la población sería alrededor de 1.4 kW/m^2. Por lo que no habría afectación en la población.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Válvulas de seguridad calibradas y selladas por el fabricante ▪ Sistema de protección por medio de agua (sistema de aspersión en el lomo del tanque), extintores e hidrantes. ▪ Válvula de relevo en línea de by-pass ▪ Programa de mantenimiento periódico a las instalaciones mecánicas de la planta de distribución

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p><u>Ambiente:</u></p> <p>Dentro del buffer de 500 m, la cubierta vegetal el sitio y área pertenece a una zona clasificada con un uso agropecuario y ganadera, debido a ello se ha ido cambiado sus características naturales, quedando solo relictos en el arbolado de un bosque mixto con árboles aislados de Quercus en las parcelas ubicadas del entorno. Se identificó parcelas con pastizales para pastoreo del ganado vacuno que junto con las granjas avícolas son la actividad principal de la zona. En lo referente a la vegetación por los efectos de la radiación podría presentarse la eliminación total de la cobertura vegetal formada por pastizales y árboles aislados.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u></p> <p>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida de operación de nuestra planta de distribución de GLP. El Silo de GONBAR no es afectado por este escenario. La carretera Tepatitlán-Yahualica podría verse afectada en su tráfico mientras dure en evento.</p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m^2 hasta los 1.4 kW/m^2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 11.7 kW/m^2 El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, ▪ A 12.5 kW/m^2 Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, ▪ A 25 kW/m^2 El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación 	

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.1	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A 37.5 kW/m² Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras, ▪ A 40 kW/m² Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanque ▪ A 60 kW/m² Máxima radiación tolerable por el cemento ▪ A 200 kW/m² Debilitamiento del hormigón armado <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m² a 5 kW/m², el rango de afectación sería de aproximadamente de 34.59 m a 49.15 m teniendo el daño a la infraestructura existente a una distancia a partir de 34.59 m, donde se tiene una radiación de 37.5 kW/m² hasta una distancia de 49.15 m, con una radiación de 5 kW/m², donde la afectación sería suficiente para causar daño, ya que con 40 kW/m² que es el máximo tolerable por el acero estructural se presentaría la destrucción de equipos y tanque, a 37.5 kW/m² se tendría de igual manera colapso de estructuras y con 25 kW/m² el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <p>Por lo que la afectación se mantendría al interior de las instalaciones de la futura planta de distribución de GLP en cuanto a infraestructura.</p>	

Tabla 45. Descripción de los posibles receptores de Riesgo Escenario 3.2

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.2	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
Esc. 3.2	<p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m² hasta los 5 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 37 kW/m² 100% de mortalidad en 1 minuto ▪ A 25 kW/m² 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos ▪ A 12.5 kW/m². Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. Es más que conveniente, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis ▪ Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos ▪ A 9.5 kW/m². Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos ▪ A 8 kW/m². Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto ▪ Asfixia por la disminución de oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio 11.54 a 53.93 m <p><u>Personal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que labora en el Proyecto, en caso de que se llegara a presentar el evento de incendio en el área de Tanque de Almacenamiento de Gas L.P. se incluyen los efectos o daños generados a las personas que se encuentren ubicadas dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Válvula de exceso de flujo en la salida del tanque de almacenamiento ▪ Sistema de retorno de gas-líquido al tanque de almacenamiento ▪ Válvula de exceso de flujo en el soporte de la toma de suministro ▪ Válvula de cierre con actuador neumático. ▪ Punto de ruptura en la manguera de suministro ▪ Medidor másico para control de flujo ▪ Válvulas de seguridad calibradas y selladas por el fabricante ▪ Sistema de protección de incendios a base de extintores, hidrantes y aspersores con agua ▪ Válvula de relevo en línea de by- pass ▪ Programa de mantenimiento periódico a las instalaciones mecánicas de la planta de distribución

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.2	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A 12,5 kW/m². Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. Es más que conveniente, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos. ▪ A 9,5 kW/m². Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. ▪ A 8 kW/m². Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. ▪ Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. ▪ La onda de sobrepresión de 3 lb/in² a 10 lb/in² derivada de una explosión que va de poco daño a maquinaria pesada (3,000 lb) dentro de edificios industriales; armazones de acero en edificios se deforman y son arrancados de sus cimientos hasta la probable destrucción total de edificios; desplazamiento y fuerte daño a maquinaria pesada (7 000 lb), la maquinaria muy pesada (12 000 lb) sobrevive. El área de afectación corresponde al radio de 11.54 a 53.93 m que se ubica en la propia planta y predios con pastizales y la carretera <p><u>Personal:</u></p> <p>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que labora en el Proyecto, en caso de que se llegara a presentar el evento de incendio en el área de Tanque de Almacenamiento de Gas L.P. se incluyen los efectos o daños generados a las personas que se encuentren ubicadas dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.</p> <p>Para las personas que se encuentren a una distancia de 5.37 m donde se tiene una radiación de 37.5 KW/m² se espera la muerte de personas, ya que con 25 kW/m² se tiene el 1% de probabilidad de mortalidad en 1 minuto y lesiones significativas en 10 segundos, asimismo a una distancia a partir de 56.19 m donde se recibiría una radiación de 5 KW/m² será mucho menor la radiación de 12.5 kW/m² hasta una que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin trajes especiales, se tendría solo el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soporte de la toma de suministro ▪ Válvula de cierre con actuador neumático ▪ Punto de ruptura en la manguera de suministro. ▪ Medidor másico para control de flujo ▪ Válvulas de seguridad calibradas y selladas por el fabricante ▪ Sistema de protección por medio de extintores y agua a presión aspersores e hidrantes ▪ Válvula de relevo en línea de by-pass ▪ Programa de mantenimiento periódico a las instalaciones mecánicas de la planta de distribución

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.2	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p>A partir de 56.19 m donde es el límite de la zona de alto riesgo y donde la distancia es inversamente proporcional a la radiación, hasta alcanzar la zona de amortiguamiento con un límite de 108.2 m, donde se tendría 1.4 kW/m^2.</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Dado que la empresa se encuentra en una zona rural con actividades agropecuarias y agroindustrias (forrajera, granjas avícolas, un silo en construcción y ranchos ganaderos) y donde aproximadamente a 242 m del proyecto con dirección suroriente, se encuentra una localidad rural llamada “Las Azules”, la cual, según datos del Censo de población 2015 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 242 habitantes y una densidad de 31.96 hab/ha. Y dado que el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 56.19 m mientras la zona de amortiguamiento esta 108.2 m, la afectación a la población sería alrededor de 1.4 kW/m^2. Dentro de este radio solo se ubica el Silo GONBAR Por lo que no habría afectación en sus empleados. Pero estos tienen que ser evacuado al principio del incidente en la Planta de Distribución de GLP.</p> <p><u>Ambiente:</u></p> <p>Dentro del buffer de 500 m, la cubierta vegetal el sitio y área pertenece a una zona clasificada con un uso agropecuario y ganadera, debido a ello se ha ido cambiando sus características naturales, quedando solo relictos en el arbolado de un bosque mixto con árboles aislados de Quercus en las parcelas ubicadas del entorno. Se identificó parcelas con pastizales para pastoreo del ganado vacuno que junto con las granjas avícolas son la actividad principal de la zona. En lo referente a la vegetación por los efectos de la radiación podría presentarse la eliminación total de la cobertura vegetal formada por pastizales y árboles aislados.</p>	

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo 3.2	Receptores de Riesgo	Sistemas de Salvaguardas y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p><u>Producción/Instalación:</u></p> <p>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción.</p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m² hasta los 1.4 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 11,7 kW/m² El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, ▪ A 12,5 kW/m² Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, ▪ A 25 kW/m² El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación, ▪ A 37,5 kW/m² Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras, A 40 kW/m² Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques, ▪ A 60 kW/m² Máxima radiación tolerable por el cemento, ▪ A 200 kW/m² Debilitamiento del hormigón armado <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m² a 5 kW/m², el rango de afectación sería de aproximadamente de 5.337 m a 56.19 m teniendo el daño a la infraestructura existente a una distancia a partir de 5.337 m, donde se tiene una radiación de 37.5 kW/m² hasta una distancia de 56.19 m, con una radiación de 5 kW/m², donde la afectación sería suficiente para causar daño, ya que con 40 kW/m² que es el máximo tolerable por el acero estructural se presentaría la destrucción de equipos y tanques, a 37.5 kW/m² se tendría de igual manera colapso de estructuras y con 25 kW/m² el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <p>Por lo que la afectación se mantendría al interior de las instalaciones del proyecto en cuanto a infraestructura y leves afectaciones a la infraestructura adyacente como lo es la carretera.</p> <p>Para la onda de sobrepresión el radio de 11.54 a 53.93 m afectaría la personal de la planta causando lesiones o fallecimientos.</p>	

5.4.2. INTERACCIONES DE RIESGO

Los escenarios identificados y modelados que pueden potencializar el riesgo a través de un efecto dominó u otros mecanismos, debido a que se ubican en:

Dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos

- a) Radiación térmica: Rango de 12.5 kW/m² a 37.5 kW/m²
- b) Sobrepresión: Rango de 3 lb/in² a 10 lb/in²

Dentro de las Zonas de Alto Riesgo

- a) Radiación térmica: 5.0 kW/m² y sobrepresión: 1.0 lb/in²

Donde se ubiquen equipos de la propia instalación de la planta de distribución de Mas Gas Hidrocarburos, ductos u otras Instalaciones industriales que manejen hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, dentro o fuera de los límites de propiedad de la gasera.

Tabla 46. Interacciones de Riesgos

N°	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
1	Escenario 1.1	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el Tanque para almacenamiento de GL.P., a causa de un incendio en los alrededores de la zona de almacenamiento. La capacidad del Tanque es al 62% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MAS CATASTRÓFICO)	B	1	Planta de Distribución de Gas L.P.	Manguera de recepción de Gas L.P.	GLP

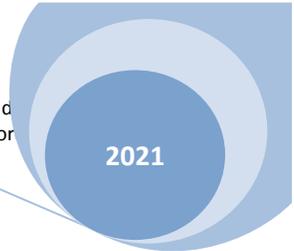
N°	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
2	Escenario 2.1	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el Tanque para almacenamiento de Gas GLP, a causa de un incendio en su entorno. La capacidad del tanque es al 10% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MENOS CATASTRÓFICO)	B	1	Planta de Distribución de GLP	Tanque de almacenamiento de GLP	GLP
3	Escenario 3.1	Fuga de Gas L.P. a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MÁS PROBABLE). JET FIRE	B	1	Planta de Distribución de GLP	Tubería de recepción de 2" de diámetro	Gas L.P.

N°	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
4	Escenario 3.2	Fuga de Gas L.P. a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para Almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MÁS PROBABLE)	B	1	Planta de Distribución de GLP	Tubería de recepción de 2" de diámetro	GLP

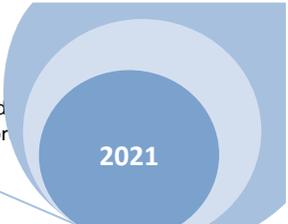


**Tabla 47.- Interacciones de Riesgos y descripción de los posibles receptores de Riesgo
ESCENARIO: EXPLOSIÓN POR ACUMULACIÓN DE VAPORES**

Clave del escenario de riesgo	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Tip de evento	Radio de la afectación	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
E 1 1.1	Tanque de Almacena miento	GLP	Alto riesgo en equipos	Radiación	5.0 kW/m ² 47.89 m 37.5 kW/m ² 3.134 m	Compresor Bomba	6.65 m 1.5 m	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de cierre rápido. • Válvula de cierre manual. • Indicador de flujo de gas con no retroceso. • Sistema contra incendios a base de extintores portátiles y de carretilla. • Sistema de protección por medio de agua (aspersores), hidrantes y extintores. • Indicador de presión en el cuerpo del tanque. • Muros perimetrales de protección al tanque de almacenamiento. • Válvulas de alivio de presión en el cuerpo del tanque. • Indicador de temperatura en el cuerpo del tanque. • Válvulas de máximo llenado (una al 86.25% y otra al 90%). • Construcción del tanque conforme a normas API. • Pruebas de radiografiado al tanque • Programa de mantenimiento a equipos de la zona de almacenamiento <p>NO HAY INTERACCIONES DE RIESGO</p>
				Sobrepresión	1.0 psi 46.49 m 10.0 psi 9.94 m			
			Alto riesgo	Radiación	5.0 kW/m ² 47.89 m	Compresor Bomba	6.65 m 1.5 m	
				Sobrepresión	1.0 psi 46.49 m	Compresor Bomba	6.65 m 1.5 m	



Clave del escenario de riesgo	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Tip de evento	Radio de la afectación	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
E 2 2.1	Tanque de Almacenamiento	GLP	Alto riesgo en equipos	Radiación	5.0 kW/m ² 131.8 m 37.5 kW/m ² 91.09 m	Compresor Bombas Silo Gonbar	6.65 m 1.5 m	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de cierre rápido • Válvula de cierre manual • Indicador de flujo de gas con no retroceso • Sistema contra incendios a base de extintores portátiles y de carretilla • Sistema de protección por medio de agua (aspersores), hidrantes y extintores • Indicador de presión en el cuerpo del tanque • Muros perimetrales de protección al tanque de almacenamiento • Válvulas de alivio de presión en el cuerpo del tanque. • Indicador de temperatura en el cuerpo del tanque • Válvulas de máximo llenado (una al 86.25% y otra al 90%) • Construcción del tanque conforme a normas API. • Pruebas de radiografiado al del tanque • Programa de mantenimiento a equipos de la zona de almacenamiento <p>EXISTE UNA INTERACCIÓN DE RIESGO CON EL SILO GONBAR QUE SE CONSTRUYE ACTUALMENTE AL SUROESTE DE LA PLANTA, POR LO QUE SUGIERE CONSTRUIR UN MURO EN EL SECTOR SUR</p>
				Sobrepresión	1.0 psi 25.03 m 10.0 psi 5.35 m	Compresor Bombas	6.65 m 1.5 m 79 m	
			Alto riesgo	Radiación	5.0 kW/m ² 131.8 m	Compresor Bombas Silo Gonbar	6.65 m 1.5 m 79 m	
				Sobrepresión	1.0 psi 25.03 m	Compresor Bombas	6.65 m 1.5 m 79 m	



2021

Clave del escenario de riesgo	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Típ de evento	Radio de la afectación	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo)
E3-E5 3.1 3.2	Tubería de Recepción de 2 de diámetro al tanque de almacenamiento	GLP	Alto riesgo en equipos	Radiación	5.0 kW/m ² 49.15 m 37.5 kW/m ² 34.59 m	Compresor Bombas	6.65 m 1.5 m	<ul style="list-style-type: none"> Válvula de exceso de flujo en la salida del tanque de almacenamiento Sistema de retorno de gas-líquido al tanque de almacenamiento Válvula de exceso de flujo en el soporte de la toma de suministro Válvula de cierre con actuador neumático Punto de ruptura en la manguera de suministro Medidor másico para control de flujo Válvulas de seguridad calibradas y selladas por el fabricante Sistema de protección por medio de agua (aspersores en tanque e hidrantes), extintores. Válvula de relevo en línea de by-pass. Programa de mantenimiento a las instalaciones mecánicas de la planta (compresor, bombas, tuberías, tanque, basculas)
				Sobrepresión	1.0 psi 53.93 m 10.0 psi 11.54 m	Compresor Bombas	6.65 m 1.5 m	
			Alto riesgo	Radiación	5.0 kW/m ² 49.15 m	Compresor Bombas	6.65 m 1.5 m 79 m	
				Sobrepresión	1.0 psi 53.93 m	Compresor Bombas	6.65 m 1.5 m	
								NO HAY INTERACCIONES DE RIESGO

5.5. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

El análisis de riesgo desarrollado para el proyecto de construcción y operación de la planta de distribución de GLP de Mas Gas Hidrocarburos en el municipio de Tepatitlán de Morelos, no se identificaron escenarios de riesgo “No Tolerables y/o ALARP” de acuerdo a la jerarquización realizada en los puntos previos.

5.6. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

5.6.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Descripción de los dispositivos de seguridad con los que se cuenta para el control de eventos extraordinarios que involucren fuego

De acuerdo a lo establecido en la NOM-001-SESH-2014, se describen a continuación los elementos que integran el sistema de protección contra incendio en la Planta.

1.- DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL DE INCENDIOS

El sistema de contra incendio y seguridad estará compuesto de:

- A.- Extintores manuales. (9 kg)
- B.- Extintor de carretilla. (50 kg)
- C.- Equipo de protección de personal
- D.- Sistema de protección por medio de agua
Tanque Almacén de agua, Bombas, Hidrantes, Aspersores y Toma Siamesa
- E.- Mata chispas
- F.- Alarma sonora
- G.- Capacitación del personal

DESCRIPCIÓN

A.- Extintores manuales

Como una medida de seguridad y prevención contra incendios, se contará con extintores manuales, de 9 kg. de polvo químico seco (PQS) tipo ABC ubicados en diferentes áreas de la planta y de CO₂ entrada del cuarto del SCI. Todos con una altura de nivel de piso terminado (NPT) de 1.3 a 1.5 m. Su ubicación se ilustra en el plano de contra incendio y en la siguiente tabla.

CANT.	UBICACION	TIPO	CAPACIDAD
1	Exterior de las oficinas	ABC	9.0 Kg
4	Muelle	ABC	9.0 Kg
1	Bombas de SCI	ABC	9.0 Kg
1	Tablero Eléctrico	CO2	4.5 Kg
3	Estacionamiento	ABC	9.0 Kg
1	Toma de Recepción	ABC	9.0 Kg
1	Toma de Suministro	ABC	9.0 Kg
1	Toma Carburación	ABC	9.0 Kg
1	Compresor para gas	ABC	9.0 Kg
3	Bomba para gas	ABC	9.0 Kg
2	Área de tanque de almacenamiento.	ABC	9.0 Kg
19	TOTAL		

B.- Extintor de carretilla

CANT.	UBICACION	TIPO	CAPACIDAD
1	Área de tanque almacén de gas L.P.	ABC	50.0 Kg
1	TOTAL		

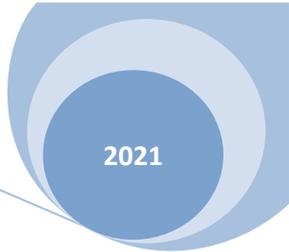
Equipo de protección de personas

Se requieren 2 trajes de acercamiento al fuego tipo bombero, integrados con casco, botas, guantes, pantalón y chaqueta. Gabinete se encuentra sobre piso superior de tanque cisterna.

Sistema de protección por medio de agua a presión

Tanque agua sistema contraincendios (SCI)

El tanque del SCI es de concreto armado, bajo NPT, con una capacidad de almacenamiento de 91,520 lt, localizado al costado noroeste del recipiente de almacenamiento de gas L.P.



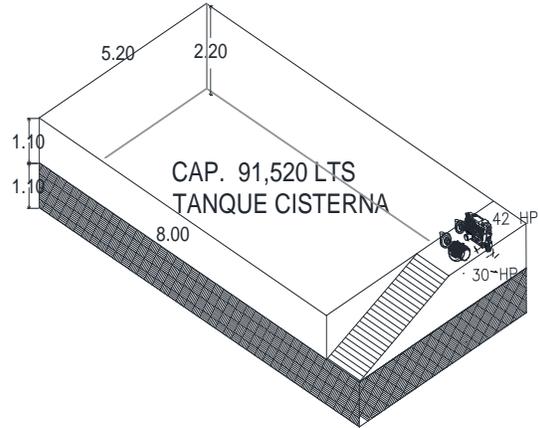
Con las siguientes dimensiones.

$$V = A \times B \times C$$

Sustituyendo valores

$$V = 4 \times 5.20 \times 2.10 = 91,520$$

Capacidad del tanque SCI = 91,520 Lts



Al costado Norte del tanque SCI se encuentran dos bombas, ambas con succión de 102 mm y descarga de 76 mm de diámetro, con flujo promedio de 2,200 LPM, a presión mínima de 3.0 kg/ cm². y 3600 r.p.m.

Ambas bombas se encuentran acopladas; una a un motor eléctrico de 30 HP y la otra a motor de combustión interna de 42 HP.

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Tablero de control y protección para el motor eléctrico
1	Encendido por Swich, con batería de 9 celdas para motor de combustión interna.

La succión de las bombas se realizará por medios de un cabezal de tubo AC C-40 de 102 mm de Ø, conectado al tanque.

Red distribuidora de agua

Modo seco. - Opera con línea seca. Se activa manualmente por medio de botonera de paro-arranque.

La red distribuidora de agua se encuentra construida en sus partes visibles con tubería de AC C-40, con conexiones soldables. Sus tramos ocultos a 0.80 m bajo NPT serán de PVC, clase 11.2 kg/cm² con conexiones cementadas.

Inicia en el cabezal de descarga de las bombas del SCI con TN C-40 de 101 mm \emptyset con dirección sur sobre loza de tapa del tanque del SCI, hasta una tee, para bajar perpendicularmente con 2 tuberías que alimentaran:

1.- Al Recipiente # 1 proyectado en esta Memoria Técnica que alimentara los aspersores de agua sobre el domo del recipiente y a 2 hidrante.

2.- A Recipiente # 2 a futuro. Con tubería que baja perpendicularmente con tapón en su extremo final.

La tubería de TN C-40 del SCI que va al Recipiente # 1 en su tramo de descendente vertical se derivan 2 salidas:

a).- Con tubería de 101 mm \emptyset que baja verticalmente con una válvula tipo Mariposa de bloqueo de agua al recipiente # 1 hasta llegar a 0.80 m bajo NPT, donde cambia de TN C-40 a tubería de PVC C-80, clase 11.2 kg/cm² con el mismo diámetro y gira 90° para continuar bajo NPT en dirección horizontal al recipiente almacén de gas, donde mediante codo de 90° gira verticalmente emergiendo a la superficie dentro de la zona de protección del recipiente, subiendo hasta la altura del cabezal de distribución de los aspersores de agua que van sobre el domo del recipiente.

b).- Con reducción a 51 mm \emptyset alimenta a dos hidrantes. El primero se encuentra en su gabinete en este mismo punto y el segundo se ubica a un costado de las oficinas administrativas y es alimentado mediante tubería de PVC C-80 clase 11.2 kg/cm² que va bajo NPT.

Hidrantes

El SCI cuenta con dos hidrantes protegidos contra impactos vehiculares con un caudal mínimo de 700 LPM, ubicados en sus respectivos gabinetes, equipados con una válvula de compuerta de accionamiento manual, una manguera de contra incendio de 38 mm \emptyset por 30.0 m de largo y una boquilla reguladora de flujo de chorro de agua a cortina de neblina.

El radio total de cobertura de agua cubre 45.0 m, y entre los dos hidrantes se cubre el 100% del área del recipiente almacén de gas L.P., Toma de Recepción, Toma de Suministro, Toma de carburación de autoabasto y la zona de estacionamiento de auto tanques y en su caso de vehículos utilitarios.

Aspersores

La tubería de 101 mm \emptyset a su llegada al recipiente almacén de gas, emerge con reducción de 101 a 76 mm \emptyset con tubería de TN C-40 hasta una altura de 0.5 m por arriba del domo del recipiente de gas, gira y se conecta mediante una "T" al cabezal, con salidas de 51 mm \emptyset en ambos lados en tubería TN C-40.

El cabezal de distribución de agua corre horizontalmente a 0.50 m sobre el nivel del domo del recipiente planta. En su trayectoria se encuentran distribuidas simétricamente 22 boquillas de aspersión de agua, tipo recto, cono lleno de 13 mm \emptyset , con un gasto individual de 30.5 LPM, operando a una presión mínima de 1.5 kg/cm², proyectando sobre el recipiente un cono de agua que coincide con el área del siguiente cono, cubriendo como mínimo el 90 % de la superficie metálica del recipiente.

Toma siamesa

La toma siamesa se localiza por la parte externa del muro de ladrillo de la colindancia Norte a una altura de 1.20 m sobre NPT. Está construida con tubería de acero al carbón C-40 de 101 mm de diámetro y alimenta al mismo tanque del SCI o directamente a la red de contraincendios.

Matachispas

En el ingreso a la planta, se tendrá un anaquel con matachispas, que se colocan al escape de todos los vehículos de la empresa que ingresan al interior de la planta de Gas.

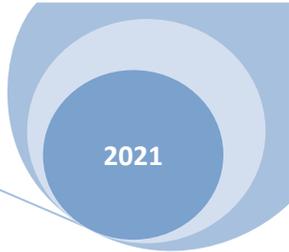
Sistema de alarma

La planta de gas contará con un sistema de alarma sonora, claramente audible en el interior de la planta, accionado solamente en casos de emergencia por medio de un botón de encendido al alcance del personal.

Capacitación del personal

Se contará con cursos de capacitación al personal y se tendrán manuales de:

- Mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones.
- Operación de la planta
- Capacitación del personal para la prestación de servicios y prevención y atención de



siniestros

- Evacuación y atención de contingencia (Uso de accesorios de protección, de comunicación, de extintores, del SCI, de hidrantes de agua, de aspersores, de cierre de válvulas estratégicas en tuberías conductoras de gas, de corte de electricidad).
- Primeros auxilios, evacuación del personal y desalojo de vehículos.

Válvulas de cierre de control remoto

Se tendrán instaladas válvulas accionadas para abrir/cerrar con actuadores neumáticos, por medio de gas inerte, con lo cual se bloquearán ante una emergencia las líneas generales conductoras de gas vapor y gas líquido, localizados junto al soporte metálico de la toma de recepción, suministro y auto-carburación.

En los coples inferiores de entrada/salida del tanque planta de distribución de gas, se tienen instaladas válvulas de excesos de flujo, accionadas al igual que las anteriores por gas inerte.

Los controles para el accionamiento de las válvulas de cierre a control remoto se encuentran a un costado del SCI plenamente identificadas y con su secuencia de maniobras por medio de letreros.

CÁLCULO DE CAPACIDADES

a.- Capacidad mínima del tanque cisterna.

Para el cálculo del área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersión directa, se utiliza la siguiente fórmula.

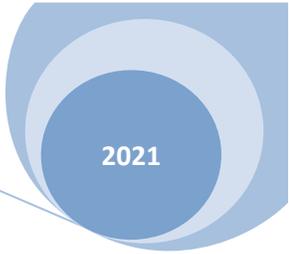
$$S_m = \frac{3.1416 \times D \times L}{2} \times 0.9$$

Donde:

S_m = Superficie mínima a cubrir con aspersión directa (m^2).

D = Diámetro exterior del tanque (3.38 m).

L = Longitud total del tanque (15.24 m).



$$S_m = \frac{3.1416 \times 3.38 \times 15.24}{2} \times 0.9 = 72.82 \text{ m}^2$$

$$C_p = (S_m \times 10 + 700) \times 30$$

$$C_p = (72.82 \times 10 + 700) \times 30 = 42,846 \text{ lt.}$$

Dónde:

C_p = Capacidad mínima del tanque almacén de agua del SCI.

De acuerdo al volumen del tanque metálico con agua de contraincendios propuesto, se tiene un excedente de agua con relación al volumen de agua calculado:

$$C_p \text{ real} = 91,520 \text{ lts.} > C_p \text{ calculado} = 42,846 \text{ lt.}$$

b.- Gasto mínimo requerido.

Para el sistema de hidrantes se requiere:

$$Q = 700 \text{ lts/min por hidrante.}$$

Para el sistema de aspersion de agua.

$$Q = S_m \times 10 = 72.82 \text{ m}^2 \times 10 \text{ LPM} = 728.20 \text{ LPM}$$

Donde el gasto total será de:

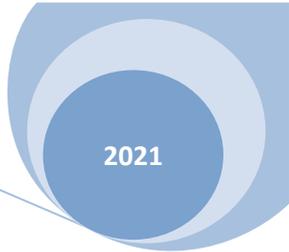
$$700 + 728.20 = 1,428.20 \text{ LPM}$$

c.- Cálculo del sistema.

Para el cálculo del sistema se recurrió a las ecuaciones siguientes:

$$Q = VA \qquad Re = \frac{DV}{\mu} \qquad H_f = f \frac{LV^2}{D^2g}$$

$$H_w = H_f + H_a \qquad P = H_w \lambda Q$$



Dónde:

- Q = Gasto en m³/ seg
- V = Velocidad en m/seg.
- D = Diámetro del tubo en m.
- A = Área de la sección transversal del tubo en m²
- Re = No. de Reynolds. Adimensional.
- μ = Viscosidad (agua =0.001 kg/m-seg).
- λ = Densidad del agua (1000 kg/m³)
- Hf = Carga del fluido por fricción en m.
- Ha = Carga del fluido por altura. en m
- Hw = Suma de cargas en m.
- f =Coeficiente de fricción. Adimensional
- g = Gravedad especifica (9.81 m/seg)
- P = Potencia del motor.

Para la distribución de agua sobre el domo del tanque se consideran 22 boquillas de aspersión de 13 mm de Ø con un gasto individual de 30.42 LPM.

$$Q = 22 \times 30.0 \text{ LPM} = 660 \text{ LPM} \rightarrow 660.0 \text{ LPM para el recipiente}$$

$$QT = 660 \text{ LPM} + (700 \text{ LPM del hidrante}) = 1360 \text{ LPM}$$

Para fines de cálculo se consideró un flujo total de agua de 1500 LPM.

TRAMO	DIAM (mm)	LONG. m	GASTO LPM	VELOCIDAD m/seg	No. de Re	Coef. Fric. f	Carga altura hf
a-b	101	10	1500	2.81481602	2289988.5	0.031	4.16745334
b-c	101	28.5	670	1.93824213	651374.5	0.024	3.49923606
c-d	76	8.98	750	3.28476452	549597.3	0.021	5.78692345
d-e	51	0.75	334.62	3.12567743	395217.6	0.0215	6.29368809
e-f	51	1.50	273.8	5.24082091	266233.7	0.0215	2.19783955
f-g	51	1.50	212.94	2.89676478	162645.6	0.022	1.1236735
g-h	51	1.50	152.10	1.66246346	84453.31	0.0235	0.66859559
h-i	51	1.50	91.26	0.63216534	31656.81	0.024	0.42625971
i-j	51	1.25	30.42	2.07864895	4550.202	0.017	0.11345242
j-k	19	1.80	30.42	1.58456987	84231.22	0.018	0.2312544
hf =							24.5083761 m

ACCESORIOS (Válvulas, Codos, Tees)

101mmØ	22.5 m
76mmØ	14 m
Sub-Total	36.5m
Hf Total	61.00 m

Pérdidas estáticas. (Hs+ Ha)

$$Hs+ Ha = (0 \text{ succión} + 5.60 \text{ altura.}) = 5.60 \text{ m}$$

Total de la carga.

$$H_w = H_s + H_a + H_f = 5.60 + 61.00 = 66.60 \text{ m.}$$

Cálculo de la potencia del motor. ($P = H_w \lambda Q$)

$$P = 66.60 \times 1000 \times 0.025 = 1665.20 / 76 = 21.91 \text{ CF.}$$

Considerando un factor de eficiencia del 80 % de la bomba.

$$21.91 / 0.8 = 27.38 \text{ C.F.}$$

Ajustando el C.F. al número mayor comercial superior.

27.38 C.F. a 30 C.F.

De acuerdo al cálculo de teórico de la potencia del motor de la bomba de 30 CF a partir de un gasto de 1500 LPM, a 3500 RPM. Se cuenta con un motor eléctrico de 30 HP, con lo cual sobradamente se atiende la demanda.

LETREROS PREVENTIVOS

LETREROS PREVENTIVOS	(CANTIDAD)	UBICACIÓN.
Alarma contraincendios.	(2)	Interruptor de la alarma
Vel. Máxima 10 Km/h	(4)	Acceso a la planta
Ruta de evacuación:	(9)	Indicando ruta de evacuación.
Prohibido efectuar reparaciones en esta zona	(6)	4 costados de zona de almacenamiento (Junto a Toma de recepción y toma de suministro).
Prohibido estacionarse.	(4)	Entrada, salida de emergencia (ambos lados) y toma siamesa.
Peligro gas inflamable	(6)	4 costados de zona de almacenamiento (Junto a Toma de recepción y toma de suministro).
Prohibido el paso a personal y vehículos no autorizados	(8)	Acceso a la planta.
Secuencia de maniobras	(4)	Toma recepción, de suministro, de carburación y llenado de cilindros transportables
Salida de emergencia	(2)	Ambos lados salida de emergencia.

Prohibido encender fuego	(6)	4 costados de zona de almacenamiento (Junto a Toma de recepción y toma de suministro). y estacionamiento de vehículos
Prohibido fumar	(6)	4 costados de zona de almacenamiento (Junto a Toma de recepción y toma de suministro).
Gas L.P., Numero económico y capacidad de almacenamiento.	(1)	En tanque de almacenamiento
Uso obligatorio de guantes	(4)	Muelle de llenado de recipientes transportables y zonas de trasiego.
Uso obligatorio de calzado de seguridad	(1)	Muelle de llenado de recipientes transportables

GRAFICOS DE RÓTULOS PREVENTIVOS

ROTULO	PICTOGRAMA	LUGAR
ALARMA CONTRA INCENDIO		Interruptores de alarma.
PROHIBIDO ESTACIONARSE		Cuando aplique, en puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa.
PROHIBIDO FUMAR		Área de almacenamiento y trasiego.

EXTINTOR		Junto al extintor.
PELIGRO, GAS INFLAMABLE		Área de almacenamiento, tomas de recepción y suministro. Si existe despachador, uno por cada uno.
SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS		Área de almacenamiento y tomas de recepción
SE PROHIBE ENCENDER FUEGO		Área de almacenamiento y tomas de recepción y suministro
CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS	LETRERO	Zona de almacenamiento
SALIDA DE EMERGENCIA		En su caso, en ambos lados de las puertas
VELOCIDAD MAXIMA 10 KPH		Áreas de circulación

LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	LETRERO	Tomas de recepción y suministro
MONITOR CONTRA INCENDIO	LETRERO	Junto al monitor
PROHIBIDO CARGAR GAS, SI HAY PERSONAS A BORDO DEL VEHICULO	LETRERO	Toma de suministro

CODIGO DE COLORES		UBICACION
Cantidad	3	Ubicación: Acceso y Área de almacenamiento.
Blanco.		Gas fase líquida
Blanco c/franjas verdes		Gas fase líquida de retorno (De bomba)
Amarillo		Gas fase vapor.
Azul		Aire o gas inerte
Rojo		Agua contraincendios (SCI)
Negro.		Electricidad

LETREROS QUE INDIQUEN SECUENCIA DE MANIOBRAS EN:

TOMA DE RECEPCIÓN	TOMA DE SUMINISTRO
Aterrizar y calzar el transporte.	Máximo llenado permisible del 90 %.
Apagar motor, luces, radio, etc.	No permanecer personal a bordo del vehículo
Revisar el % de volumen del tanque.	Aterrizar y calzar el autotanke
Conectar mangueras y abrir válvulas.	Revisar % de llenado.
Encender el compresor.	Conectar mangueras y abrir válvulas.
Verificar el % en el volumen del transporte.	Encender bomba.
Parar el compresor.	Verificar constantemente el % del llenado del auto tanque.
Cerrar línea de gas líquido.	Parar bomba y cerrar válvulas.
Invertir palanca de 4 vías.	Desconectar mangueras, tierra y retirar trancas.
Encender el compresor	
Succionar presión de vapor hasta 3 kg/cm ²	
Parar el compresor	
Desconectar mangueras, tierra y retirar calzas.	

TOMA DE AUTO CARBURACION
Aterrizar y calzar el vehículo
Apagar motor
Prohibido cargar si hay personas a bordo
Conectar manguera y encender bomba
No llenar más del 90%
Apagar bomba y desconectar manguera
Retirar Tierra y calzas

LLENADO CILINDROS TRANSPORTABLES
Revisión ocular del estado del cilindro
Destatar cilindro.
Conectar manguera
Encender bomba y Llenarlo
Desconectar al llegar a su peso
Revisar hermeticidad
Repesarlo.
Colocar sello en válvula de servicio

EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con la NOM-030-STPS-2009 que dice en su numeral 8.2.3.3. “cada centro de trabajo establecerá el tipo y contenido del botiquín, conforme a las necesidades propias de la empresa y normatividad aplicable”, al respecto las instalaciones de la planta se determinarán los materiales de curación para prestar los primeros auxilios por personal capacitado, atendiendo también el manual de contingencias mediante la comisión mixta de capacitación y adiestramiento. El botiquín contiene los medicamentos mínimos que se mencionan en la Norma sin vigencia NOM 020 STPS 1993.

LIBRO BITÁCORA

La planta contará con libro bitácora, en el cual se asentarán las operaciones de mantenimiento y las modificaciones a realizar en la planta. Las modificaciones deberán contar con el dictamen de la unidad de verificación acreditado en la materia.

5.6.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas para la reducción del peligro determinado en la planta de distribución de GLP, son la existencia de una serie de sistemas de control que operan como salvaguardas en el proceso de recepción y trasvase del gas L.P., las cuales se listan en el siguiente cuadro.

Sistemas de Salvaguarda y recomendaciones (identificadas en sesiones de trabajo) para controlar los diferentes parámetros (flujo, temperatura, presión y niveles en el tanque)
<p style="text-align: center;">Tanque de Almacenamiento</p> <ul style="list-style-type: none">• Válvula de cierre rápido• Válvula de cierre manual• Indicador de flujo de gas con no retroceso• Sistema contra incendios a base de extintores portátiles y de carretilla• Sistema de protección por medio de agua (aspersores), hidrantes y extintores• Indicador de presión en el cuerpo del tanque• Muros perimetrales de protección al tanque de almacenamiento• Válvulas de alivio de presión en el cuerpo del tanque• Indicador de temperatura en el cuerpo del tanque• Válvulas de máximo llenado (una al 86.25% y otra al 90%)• Construcción del tanque conforme a normas API• Pruebas de radiografiado al tanque• Programa de mantenimiento a equipos de la zona de almacenamiento <p style="text-align: center;">Zona de recepción del autotanque para descarga hacia el tanque de almacenamiento</p> <ul style="list-style-type: none">• Válvula de exceso de flujo en la salida del tanque de almacenamiento• Sistema de retorno de gas-líquido al tanque de almacenamiento• Válvula de exceso de flujo en el soporte de la toma de suministro• Válvula de cierre con actuador neumático• Punto de ruptura en la manguera de suministro• Medidor másico para control de flujo• Válvulas de seguridad calibradas y selladas por el fabricante• Sistema de protección por medio de agua (aspersores en tanque e hidrantes), extintores.• Válvula de relevo en línea de by-pass• Programa de mantenimiento a las instalaciones mecánicas de la planta (compresor, bombas, tuberías, tanque, basculas)

Existirán otras medidas administrativas, como lo es la capacitación anual del personal en materia de protección civil, a través de cursos de manejo del GLP, técnicas de control de incendios con el uso de extintores, agua a presión a través de hidrantes y manejo de los

aspersores del tanque de almacenamiento, primeros auxilios, búsqueda y rescate, así como técnicas de evacuación.

Otros cursos serán para el personal de operaciones y mantenimiento, con capacitación en materia de conocimiento de las válvulas que operarán en la operación de la planta, conocimiento del arreglo de la tubería, manejo de las tres bombas y compresor, funcionamiento de las válvulas de venteo del tanque, funcionamiento del sistema de llenado de los cilindros y del sistema de agua a presión para el control de incendios.

Se colocará la señalética referida en el punto anterior que se complementará con la aplicable en la NOM-003-SEGOB-2011, el tanque se señalizará con el sistema, “Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS)”, así como letreros de indicaciones de secuencias de maniobras y seguridad para la descarga de gas del auto-tanque, y de en las zonas de suministro de pipas, autocarburación y llenado de cilindros.

Tabla 48. Descripción de letreros que indiquen secuencia de maniobras

TOMA DE RECEPCIÓN	TOMA DE SUMINISTRO
Aterrizar y calzar el transporte	Máximo llenado permisible del 90 %
Apagar motor, luces, radio, etc	No permanecer personal a bordo del vehículo
Revisar el % de volumen del tanque	Aterrizar y calzar el autotanque
Conectar mangueras y abrir válvulas	Revisar % de llenado
Encender el compresor	Conectar mangueras y abrir válvulas
Verificar el % en el volumen del transporte	Encender bomba
Parar el compresor	Verificar constantemente el % del llenado del autotanque
Cerrar línea de gas líquido	Parar bomba y cerrar válvulas
Invertir palanca de 4 vías	Desconectar mangueras, tierra y retirar trancas
Encender el compresor	
Succionar presión de vapor hasta 3 kg/cm ²	
Parar el compresor	

TOMA DE AUTO CARBURACION	LLENADO CILINDROS TRANSPORTABLES
Aterrizar y calzar el vehículo	Revisión ocular del estado del cilindro
Apagar motor	Destapar cilindro.
Prohibido cargar si hay personas a bordo	Conectar manguera
Conectar manguera y encender bomba	Encender bomba y Llenarlo.
No llenar más del 90%	Desconectar al llegar a su peso
Apagar bomba y desconectar manguera	Revisar hermeticidad
Retirar Tierra y calzas	Repesarlo.
	Colocar sello en válvula de servicio

Se establecerá la brigada interna de protección civil para emergencia, la que tendrá un organigrama del personal que la integrará para, a fin de activarla en el momento de una situación de emergencia en la Planta de distribución.

5.6.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Una vez realizado el análisis de riesgo y habiendo identificado los escenarios y sus consecuencias, se tomaron en cuenta las medidas de seguridad y equipos que pueden ayudar a que los eventos que se presenten sean de menor repercusión para las personas, ambiente y las instalaciones, se tiene como resultado una serie de recomendaciones resultantes de este análisis, las cuales se describen a continuación:

En base a los resultados obtenidos se establecen las siguientes recomendaciones:

1. Se deberán contar con la autorización de la agencia para implementar el proyecto del sistema de administración previo al inicio de cualquier actividad de la etapa de construcción y posteriores.
2. Los análisis de riesgos deberán evaluarse cada 5 años en las etapas de diseño, ingeniería básica, ingeniería de detalle y previo al inicio de las operaciones o antes si hay cambios en las instalaciones, tecnología u operaciones y previo a un desmantelamiento.

3. Deberá apegarse en todo momento a los lineamientos de la NOM-001-SESH-2014 o la que la sustituya y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.
4. Se deberá obtener un Dictamen de Diseño de una Unidad de Verificación acreditada, donde conste que la Ingeniería de Básica Extendida de las instalaciones nuevas, se realizó conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana y se presentara como parte de la solicitud de autorización del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente y tener dicha verificación en sus instalaciones para cuando sean solicitada.
5. Se deberá llevar a cabo el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente.

5.7. CONCLUSIONES

Los estudios de riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencias.

Sin duda alguna, existe la posibilidad de ocurrir una contingencia debido a las operaciones incorrectas, accidentes o fenómenos naturales; por ello y como se ha mencionado con anterioridad la prevención es la mejor herramienta ante cualquier situación que condicione la integridad de las personas, el ambiente y la *instalación*, siendo necesario el presente análisis de riesgo.

A través del ERA, se ha determinado los tipos de contingencia que se podrían suscitar dentro de la *instalación*, las cuales son:

- *Fugas, que son las emanaciones o derrames no controlados de GLP, ya sea que éste se encuentre en fase líquida o de vapor, siendo el efecto más nocivo de dicha emanación un incendio.*
- *Incendios, estos se consideran como fugas no controladas y que resultan de la combustión gradual del GLP.*
- *Explosiones, básicamente es una reacción de combustión de la mezcla gaseosa aire–GLP que*

se propaga a gran velocidad.

Lo anterior se confirma con base en las propiedades físicas y químicas del GLP, puesto que para el mismo su estado bajo presión y temperatura ambiente es líquido, sin embargo al ocurrir una fuga y debido a la pérdida de presión, éste se vaporiza rápidamente, siendo entonces que se forma una nube de vapor, la cual en condiciones ideales de homogeneidad, con aire a un porcentaje menor a 1.8 y con más de 9.3 no explotarían, incluso en presencia de una fuente de ignición, sin embargo podría suceder que se acerquen a la zona explosiva donde se desencadenaría la explosión, otro de las contingencias que podrían suscitarse y que se han contemplado dentro del ERA, así como la probabilidad de iniciarse un incendio por la fuga no controlada de GLP en forma líquida o incluso en vapores.

Otro punto a destacar es el almacenamiento que se lleva a cabo en la *instalación*, el cual es temporal, puesto que la actividad principal de la empresa es la distribución del GLP; pero en el caso de los recipientes de almacenamiento un riesgo es el efecto que tendría el fuego sobre éste, incrementando la presión en el interior de manera extraordinaria, lo que a su vez resultaría en un estallido, por lo que la consecuencia de mayor dimensionamiento sería la BLEVE (Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion, es decir, explosión por expansión del vapor de un líquido de ebullición) del mismo.

En base a los análisis realizados se concluye que la sustancia involucrada en este proyecto, como es el gas

L.P. presente en los eventos que se pueden presentar como fugas, derivados de las actividades rutinarias, los cuales al no controlarse pueden provocar incendios o en su caso extremo explosiones.

Por lo anterior, en las áreas donde se encontró que pueden presentarse los posibles incendios y explosiones son: en el único tanque de almacenamiento de gas L.P., en donde se puede presentar incendio y explosión, en el área de recepción de gas L.P, toma de carburación, toma de suministro y muelle de llenado, en donde en su mayoría el mecanismo de emisión involucra una (emisión instantánea de corta duración) y que conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y

encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocara un flamazo o flash fire y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

Considerando que las fugas de GLP encuentran una fuente de ignición de tipo retardada se prevé la generación de explosiones. En tanto que los radios de afectación provenientes de los escenarios que involucran fuga diametral de tubería y los radios de afectación por sobrepresión o radiación prácticamente se mantienen al interior de las instalaciones del proyecto, salen levemente de los límites del predio ocasionando daños a la cobertura vegetal escasa y límites de las industrias aledañas.

Por otro lado, la BLEVE del tanque de almacenamiento se determinó como el evento máximo catastrófico (de menor probabilidad, pero mayor daño). De acuerdo con el “Árbol de fallas” la probabilidad de ocurrencia es del 7.5×10^{-6} (muy reducida la probabilidad de ocurrencia del riesgo), es decir que, este evento es muy sobrestimado, debido a los sistemas de seguridad que se tiene en la planta y las medidas preventivas que se tomaran para la operación de la misma. Por tanto, la BLEVE del tanque de almacenamiento se determinó como el evento catastrófico, pero prácticamente improbable.

Con el objetivo de evaluar el riesgo en caso de presentarse incidentes en el proyecto, se seleccionó la metodología HAZIP y HAZOP el cual se describe brevemente a continuación. Por lo anterior, y de acuerdo a los resultados del Análisis de Riesgos, se concluye que el nivel de riesgo del proyecto es aceptable, ya que si bien, de acuerdo al análisis realizado mediante HAZOP las desviaciones de mayor riesgo fueron de riesgo B, considerando su evaluación con las medidas preventivas y salvaguardas disponibles para cada desviación, sin embargo, es necesario que una vez puesta en operación el proyecto se realice la actualización del presente Estudio de Riesgo.

El promovente tendrá con un sistema contra incendio y seguridad y dispositivos que le permitirán reducir la probabilidad y/o consecuencia de los escenarios de riesgo identificados, sus componentes se enlistan a continuación:

- A.- Extintores manuales (9 kg.)
- B.- Extintor de carretilla (50 kg.)
- C.- Equipo de protección de personal
- D.- Sistema de protección por medio de agua a presión

- E. Tanque Almacén de agua, bombas con motor eléctrico y de combustión interna, hidrantes, aspersores y toma siamesa
- F.- Matachispas
- G.- Alarma sonora
- H.- Capacitación del personal

Cuanta además en las diferentes áreas con salvaguardas para prevenir y controlar los diferentes parámetros como temperatura, presión y nivel como son:

- Válvula de cierre rápido
- Válvula de cierre manual
- Indicador de flujo de gas con no retroceso
- Sistema contra incendios a base de extintores portátiles y de carretilla
- Sistema de protección por medio de agua (aspersores)
- Indicador de presión en el cuerpo del tanque
- Muros perimetrales de protección al tanque de almacenamiento
- Válvulas de alivio de presión en el cuerpo del tanque
- Indicador de temperatura en el cuerpo del tanque
- Válvulas de máximo llenado (una al 86.25% y otra al 90%)
- Construcción del tanque conforme a normas API
- Pruebas de radiografiado en la construcción del tanque
- Programa de mantenimiento a tuberías

5.8. RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

El proyecto a realizar por la empresa “MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V.” contempla la instalación de una Planta de Distribución de Gas L.P., en el sector noroeste del municipio de Tepatitlán de Morelos, estado de Jalisco, la cual cumplirá con los lineamientos federales, estatales y municipales en materia de actividades consideradas como Altamente Riesgosas de acuerdo con lo establecido en la Ley General Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su Artículo 147. Además de ser diseñada bajo la NOM-001-SESH- 2014 “Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación”.

La única sustancia que se manejará es el Gas L.P. conformado éste por una mezcla en donde el componente mayoritario es el propano (60% propano – 40% butano), considerando que Gas L.P. se encuentra dentro del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, al tener una cantidad de reporte de 66,250 kg al 100%.

Para la identificación de los riesgos inherentes a la futura operación de la Planta, se consideraron aspectos tales como:

- ✓ Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en o durante la operación de plantas de almacenamiento similares en el país.
- ✓ Características fisicoquímicas del material almacenado
- ✓ Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- ✓ Planos del Proyecto
- ✓ Memoria técnica descriptiva de la planta de distribución de GLP y los planos de la ingeniería de detalle

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión)
- Desviaciones de Proceso (presión, temperatura)
- Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares)
- Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente)
- Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento)
- Eventos Externos (sabotaje)
- Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión)
- Desviaciones de Proceso (presión, temperatura)
- Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares)
- Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente)
- Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento)
- Eventos Externos (sabotaje)
- Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos)
- Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra incendios, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de paro de emergencia, capacitación de personal)

Metodología HAZOP

El HAZOP fue seleccionado porque es un método completo y por lo regular se utiliza en sistemas de proceso de la industria energética para evaluar el riesgo considerando factores como: tipo de proceso y las condiciones de operación.

El estudio de HAZOP se basa en analizar, en forma metódica y sistemática, el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones de riesgo.

Para la realización del análisis de riesgo, se seleccionó la metodología HAZOP por ser la más recomendable para instalaciones, en donde se identifican las desviaciones a las

condiciones normales de diseño, así mismo es ampliamente usada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en etapas de diseño y operación.

Los aspectos complementarios en la identificación de peligros y evaluación de riesgos, utilizados en el presente análisis de riesgos, se indican a continuación:

1. HAZOP. Metodología de análisis de riesgos que analiza las variables operacionales de sistemas de tuberías y equipos de proceso, para determinar las posibles fallas en la operación de los mismos, mediante la designación de Nodos y la aplicación de palabras guía. Este método da como resultado la matriz de riesgos.

Es importante resaltar que con este método se analizan las desviaciones propias que pueden presentarse con la operación, y deriva en recomendaciones que son complementarias para aumentar la seguridad en la operación de la misma.

2. En la elaboración del HAZOP se asignan ponderaciones a los parámetros de Probabilidad y Severidad, con lo que, en base a lo establecido en la matriz de riesgos, se determina el nivel de riesgo de cada desviación analizada. Con lo anterior, una vez realizado el HAZOP se realiza la Matriz de Riesgo de acuerdo a los resultados del mismo.
3. Una vez identificadas las desviaciones (fallas) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP, se identificaron y describieron las fallas de mayor riesgo con repercusiones al ambiente.
4. Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
5. Factores de Reducción del Riesgo (sistema contraincendios, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).
6. Para el conjunto de fallas identificado, se determinó la probabilidad de ocurrencia con la metodología árbol de fallas.
7. De acuerdo a lo anterior, se propusieron los escenarios de riesgo para simulación.

La determinación del riesgo se hizo como se indica a continuación:

- En la tabla de Consecuencia, en función del riesgo que se tendría, se selecciona la descripción de la consecuencia que podría ocurrir y se busca el número correspondiente en la parte superior de la tabla.

- En la tabla de Frecuencia, en función de la frecuencia de la posibilidad de ocurrencia y con el número obtenido de la tabla de Consecuencia, se obtiene la letra correspondiente al grado de riesgo, para seguridad a la vida.
- Se repiten los pasos anteriores para daños a las instalaciones, medio ambiente y operativo.
- De los grados de riesgos obtenidos para la seguridad a la vida, daños a las instalaciones y operativo, se selecciona el menor en el orden alfabético y es el que se utiliza para calificar el grado de riesgo de la medida correctiva de incidente.

Por lo anterior, y de acuerdo a los resultados del Análisis de Riesgos, se concluye que el nivel de riesgo del proyecto es aceptable, ya que si bien, de acuerdo al análisis realizado mediante HAZOP las desviaciones de mayor riesgo fueron de riesgo B, considerando su evaluación con las medidas preventivas y salvaguardas disponibles para cada desviación, sin embargo, es necesario que una vez puesta en operación el proyecto se realice la actualización del presente Análisis de Riesgo del sector Hidrocarburos.

De acuerdo con los resultados del ARH, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse, por la frecuencia con la que se realizan dichas acciones, se presentan en las actividades de trasiego en las áreas de recepción de auto-tanques y semirremolques, así el muelle de llenado de recipientes transportables (auto-pipas) para el caso de la *Planta de Distribución de Gas L.P. de Mas Gas Hidrocarburos en Tepatitlán de Morelos*.

En la siguiente Tabla se establece un resumen de los escenarios resultantes del Análisis de riesgo:

N°	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
1	Escenario 1.1	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el tanque para almacenamiento de GLP a causa de un incendio en los alrededores de la planta. La capacidad del Tanque es al 70% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MAS CATASTRÓFICO)	B	1	Planta de Distribución	Tanque de almacenamiento y zona de recepción del GLP del auto-tanque	GLP
2	Escenario 2.1	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el tanque de almacenamiento de GLP, a causa de un incendio en los alrededores de la planta. La capacidad del Tanque es al 10% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MENOS CATASTRÓFICO)	B	1	Planta de distribución de GLP	Tanque de almacenamiento de GLP	GLP

N°	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
3	Escenario 3.1 Jet Fire 3.2 Explosión	Fuga de GLP a causa de falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MÁS PROBABLE).	B	1	Planta de Distribución	Tubería y válvulas de recepción del GLP del auto-tanque y/o suministro	GLP

Tabla 49

El BLEVE que puede ser generado en la zona del tanque de almacenamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. se determinó como el evento catastrófico de mayor dimensión o alcance, pero prácticamente improbable, una vez que este evento considera la capacidad máxima de almacenamiento de la Planta, pero por seguridad ésta (la instalación) sólo mantendrá su recipiente al 80% de su capacidad total, esto es 53,000 kg en promedio.

Para determinar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento se consideraron los radios obtenidos a través de la evaluación de los eventos propuestos, los cuales fueron valorados a través del Simulador PHAST, versión 7.1., considerando los parámetros establecidos en la presente guía del AR.

Por lo tanto, se ha incluido los efectos por sobrepresión (explosividad) y radiación térmica (inflamabilidad), siendo dichos resultados los que se tomaron para determinar las áreas de amortiguamiento en el entorno del proyecto de la planta de almacenamiento y distribución de GLP.

El promovente cuenta con sistemas contra incendio y seguridad y dispositivos que le permitirán reducir la probabilidad y/o consecuencia de los escenarios de riesgo identificados, los cuales se enlistan a continuación:

- a) Extintores manuales (9 kg)
- b) Extintor de carretilla (50 kg)
- c) Equipo de protección de personal
- d) Sistema de protección por medio de agua
- e) Tanque Almacén de agua, Bombas de motor eléctrico y de combustión interna, hidrantes, aspersores y toma siamesa
- f) Matachispas
- g) Alarma sonora
- h) Capacitación del personal

Cuanta además en las diferentes áreas con salvaguardas para prevenir y controlar los diferentes parámetros como temperatura, presión y nivel como son:

- a) Válvula de cierre rápido
- b) Válvula de cierre manual
- c) Indicador de flujo de gas con No retroceso
- d) Sistema contra incendios a base de extintores portátiles y de carretilla
- e) Sistema de protección por medio de agua (aspersores)
- f) Indicador de presión en el cuerpo del tanque
- g) Muros perimetrales de protección al tanque de almacenamiento
- h) Válvulas de alivio de presión en el cuerpo del tanque
- i) Indicador de temperatura en el cuerpo del tanque
- j) Válvulas de máximo llenado (una al 86.25% y otra al 90%)
- k) Construcción del tanque conforme a normas API
- l) Pruebas de radiografiado en la construcción del tanque
- m) Programa de mantenimiento a tuberías

En el proyecto ejecutivo en cuestión, se aplicará ingeniería de punta con el objetivo de minimizar los riesgos implícitos para la realización de sus operaciones. Como resultado del análisis de riesgo, basado en las memorias técnicas-descriptivas y Planos de acuerdo con la NOM-001-SESH-2014 presentados en el Anexo 1 y de los accesorios que serán instalados en el proyecto, se consideraron aquellos eventos donde estuvieran involucrados los sucesos similares ocurridos en otras zonas donde se realiza el mismo diseño y construcción del

mismo, se tomaron en cuenta los accesorios, tales como: válvulas, medidores, bridas y reguladores y tanques de almacenamiento, para la determinación de las desviaciones, causas y consecuencias de probables eventos producidos por fallas mecánicas con sus probables áreas de afectación.

Por lo anterior y de acuerdo a los resultados del Análisis de Riesgos, se concluye que el nivel de riesgo del PROYECTO es ACEPTABLE, ya que si bien, de acuerdo al análisis realizado mediante HAZOP las desviaciones de mayor riesgo fueron de riesgo B, considerando su evaluación con las medidas preventivas y salvaguardas disponibles para cada desviación, sin embargo es necesario que una vez puesta en operación EL PROYECTO se realice la actualización del presente Análisis de Riesgo y se estructure el Programa para Prevención de Accidentes (PPA) conforme a los escenarios de riesgo resultantes.

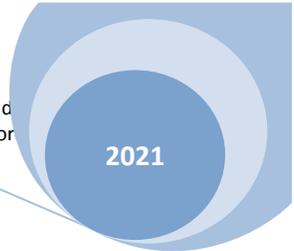
5.9. INFORME TÉCNICO

En la siguiente Tabla se establece el informe técnico

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.	CAPITULO	V
	FECHA	Febrero 2020
	HOJA	301

Datos generales del Regulado

Fecha de elaboración: 19 de febrero de 2021		
DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO*		
Nombre de la Empresa: SGP Consultoría Ambiental S.C.		
Nombre de la persona responsable: M. en C. Carlos Suárez Plascencia		Cargo: Director
DATOS GENERALES DEL REGULADO		
CURP	R.F.C.	MGH200427EY4
Nombre, razón o denominación social: MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. de C.V.		
Nombre del Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P.		
Objeto de la Instalación o Proyecto: Construcción y operación de una planta para la distribución y venta de gas L.P.		
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES		
Calle y Numero: Carretera Tepatitlán-Yahualica Km 15, predio Las Azules		Colonia/Localidad: Las Azules
Al noroeste de la ciudad de Tepatitlán		
Municipio/Delegación: Tepatitlán de Morelos		Estado: Jalisco
Código Postal: 47620		
DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES		
Calle y Número: Carretera Tepatitlán-Yahualica Norte N° 1187		Colonia/Localidad: Popotes
Al Noroeste de la ciudad de Tepatitlán		
Municipio/Delegación: Tepatitlán de Morelos		Estado: Jalisco



ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.	CAPITULO	V
	FECHA	Febrero 2020
	HOJA	302

Código Postal: **47600**

Teléfonos: (33) 1159 2302

Fax

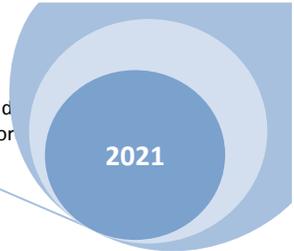
Correo electrónico: **carlosblass4@gmail.com**

Nombre del representante del Regulado: **Luis Carlos Rubio Yáñez**

Cargo: **Representante Legal**

ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA)

a	Reconocimiento y exploración superficial, y exploración y extracción de Hidrocarburos	b	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo	c	Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento y distribución de gas natural	d	Transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo	e	Transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos	f	Transporte por ducto y almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos, producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo
----------	---	----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------	---



ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS								CAPITULO	V		
MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.								FECHA	Febrero 2020		
								HOJA	303		
USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA											
	X	Agrícola	N/A	Rural	N/A	Habitacional	N/A	Industrial			
	N/A	Comercial	N/A	Mixto							
EL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS											
	N/A	Zona industrial	N/A	Zona habitacional	N/A	Zona suburbana					
	N/A	Parque industrial	N/A	Zona urbana	X	Zona rural	N/A	Zona marina			
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA					SUPERFICIE						
Coordenadas latitud N: 20° 53' 41.29"					Requerida					N/D	m ²
Coordenadas longitud W: 102° 47' 54.4"					Total					4,626.69	m ²

N/A= No aplica.

Sustancia manejada

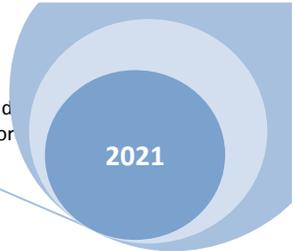
No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Capacidad total	Capacidad de la mayor unidad de almacenamiento (lt)
				C	R	E	T	I	Almacenamiento (lt)	
1		Gas Licuado de Petróleo Mezcla de Propano y Butano.	68334-30-5		0		1	4	125,000 lt agua al 100%	125,000 lt agua al 100 %

N/D= No disponible

ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS MAS GAS HIDROCARBUROS S.A. DE C.V. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.	CAPITULO	V
	FECHA	Febrero 2020
	HOJA	304

Sustancias Transportadas por Sistema Distinto a Ducto

N°	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad	Origen	Destino	Presión (psi)	
								Presión kg/cm ²	Temperatura
									°C
1	1.1	Gas licuado de petróleo	68476-85-7	Tanque de almacenamiento	125,000 Lt agua al 100%			17.5	22.8
2	2.1								
	3.1			Tubería de 2" de suministro	3.4 kg/s				264 psi
	3.2								



Escenario de riesgos modelados

No.	Clave del escenario	Accidente hipotético		Ubicación					Metodología empleada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos	Componente ambiental afectado
		Radiación térmica	Sobrepresión	Etapa de Operación				Unidad o de equipo de proceso		
				Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios			
1	1.1	X	N/A	X	N/A	N/A	N/A	Tanque	HAZID y HAZOP	Pastizales
2	2.1	N/A	X	X	N/A	N/A	N/A	Tanque	HAZID y HAZOP	Pastizales
3	3.1	X	N/A	X	N/A	N/A	N/A	Tubería y área de recepción	HAZID y HAZOP	Pastizales
4	3.2	X	N/A	X	N/A	N/A	N/A	Tubería y área de recepción	HAZID y HAZOP	Pastizales

N/A= No aplica.

Criterios para la estimación de consecuencias

Programa de simulación empleado					PHAST									
N°	Clave del escenario	Tipo de Caso simulado	Tipo de liberación		Tamaño de la fuga (plg)	Tasa de la fuga (Kg/s)	Inventario total liberado (Kg)	Tiempo de la fuga (seg)	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad relativa	Presión en el punto de fuga (psi)	Temperatura en el punto de la fuga (°C)	Estado físico en el punto de la fuga
			Masiva	Continua										
1	1.1	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el tanque para almacenamiento de Gas L.P., a causa de un incendio en los alrededores de la planta. La capacidad del Tanque es al 70% y la presión interna es de 17.5 kg/cm². (EVENTO MAS CATASTRÓFICO)	N/A	X	1.5	41.58	12,474	300	1.5 3.0	F D	54.3	264.70	22.8	Líquido/ Vapor de GLP
2	2.1	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el tanque para almacenamiento de GLP, a causa de un	N/A	X	1.5	30.61	5.8159	0.19	1.5 3.0	F D	54.3	264.7	22.8	Líquido/ Vapor de GLP

		incendio en los alrededores de la planta. La capacidad del Tanque es al 10% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MENOS CATASTRÓFICO)												
3	3.1 Jet Fire	Fuga de Gas L.P. a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MÁS PROBABLE)	N/A	X	0.5	3.401	59.41	17.47	1.5	F	54.3	264.7	22.8	Líquido/ Vapor de GLP
4	3.2 Explosión	Fuga de Gas L.P. a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MÁS PROBABLE)	N/A	X	0.5	3.401	53.43	17.47	1.5	F	54.3	264.7	22.8	Líquido/ Vapor de GLP

Resultados de la estimación de radios potenciales de afectación

N°	Clave del escenario	Tipo de Caso simulado	Clase de evento	Dispersión tóxica (m)			Radiación térmica (m)			Sobrepresión (m)		
				IDLH (Zona de alto riesgo)	TLV _{8h} (Zona de amortiguamiento)	TLV _{15min} (Zona de amortiguamiento)	1.4 kW/m ² (zona de amortiguamiento)	5 kW/m ² (Zona de alto riesgo)	12.5 – 374.5 kW/m ² (Zona de riesgo a equipos)	0.5 psi (Zona de amortiguamiento)	1.0 psi (Zona de alto riesgo)	3 - 10 psi (Zona de alto riesgo a equipos)
1	1.1	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el tanque para almacenamiento de Gas L.P., a causa de un incendio en los alrededores de la planta. La capacidad del Tanque es al 70% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MAS CATASTRÓFICO)	Bleve	-	-	-	47.89	92.5	3.13-47.85	46.49	9.94	9.94-46.49
2	1.2	Explosión de Vapores en Expansión por Líquidos en Ebullición (BLEVE) en el tanque para almacenamiento de GLP, a causa de un incendio en los alrededores de la planta. La capacidad del	Jet Fire	-	-	-	131.80	91.09	91.08-131.8	46.31	25.03	5.35-25.03

		Tanque es al 10% y la presión interna es de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MENOS CATASTRÓFICO)										
3	3.1	Fuga de Gas L.P. a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MÁS PROBABLE)	Jet Fire	- - -	- - -	- - -	67.82	49.15	30.64-49.15	99.78	53.93	11.54-53.93
4	3.2	Fuga de Gas L.P. a causa de la falla diametral de la tubería de recepción de 2" de diámetro, misma que alimenta al tanque para almacenamiento a una presión de 17.5 kg/cm ² . (EVENTO MÁS PROBABLE)	Voluta de Fuego	- - -	- - -	- - -	67.82	49.15	30.64-49.15	99.78	53.93	11.54-53.93

VI. ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA)

Para este proyecto no se desarrollo el Análisis de Protección (LOPA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aparicio Mijares, Francisco J. (1989). Fundamentos de Hidrología de Superficie. México, LIMUSA-Noriega.
2. ASEA (2020). Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos
3. Blumenkron. Fernando. 1990. Manejo y Uso del Gas L.P. y Natural
4. Campos Aranda, D.F. (1992). Procesos del Ciclo Hidrológico, segunda impresión. San Luis Potosí, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
5. CONAGUA. www.smn.gob.mx
6. Diario Oficial de la Nación:
 - i. 16 de julio de 1976. Gas licuado de petróleo. SECOFI. NOM-L-001-1970
 7. ii. 4 de mayo de 1992. Segundo listado de actividades altamente riesgosas. SEDESOL. p.3-6.
 8. iii. 22 de octubre de 2014. Plantas de distribución de gas L.P. diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. NOM-001-SESH-2014.
 9. iiiii. 30 de enero de 2006. Calidad Ecológica de los Combustibles fósiles líquidos y gaseosos que usan las fuentes fijas y móviles. SEDESOL. NOM-086-SEMARNAT-SENER-2005.
 10. iv. 23 de diciembre 2011. Señales y avisos para protección civil-colores formas y símbolos a utilizar. NOM-003-SEGOB-2011.
11. García, Enriqueta. (1973). Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen. México, UNAM.
12. Google Earth Pro. 2011. Image Date: 2018-08-04. Catalog ID: 1010010001DA6401
13. Instituto Nacional de Estadística, Geografía. 2010. XIII Censo General de Población y Vivienda.
14. Instituto Nacional de Estadística, Geografía. 2021. XIV Censo General de Población y Vivienda.
15. INEGI. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/inv/Default.aspx>
16. INEGI. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/
17. INEGI. 2000. Carta topográfica, geológica y edafológica 1:50,000. Clave Tepatitlán F13-D57.
18. Estudios de Suelos y Control. 2020. Estudio de mecánica de suelos realizado en el predio localizado en Carretera Tepatitlán-Yahualica, Las Azules, Tepatitlán de Morelos, Jalisco.
19. Marco Antonio Anaya Reyes. 2021. Memoria Técnica Descriptiva de la planta de distribución de gas L.P. propiedad de Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V.
20. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. (1996).
21. Linsley, Kohler y Paulos.(1984). Hidrología para Ingenieros. México, McGraw-Hill.
22. Niembro Rocas, Anibal. (1986). Árboles y Arbustos Útiles de México. México,

LIMUSA.

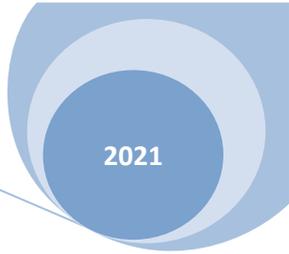
23. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, Julio de 2006.
24. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.
25. Prevención: N° 9. PEMEX: Seguridad en Gasolineras y Gaseras. Septiembre de 1994. Órgano Informativo del Sistema Nacional de Protección Civil, editado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.
26. Rzedowski, J. & J. Calderón De Rzedowski (1979) Flora fanerogámica del Valle de México, I. CECSA, México D. F.
27. SCINSE. (2015). Sistemas para la consulta de la información Censal. México, INEGI.
28. STROM. (1988). Clasificación de Suelos. Memoria Técnica No. 85. París, Dirección para la Planeación de los Suelos.
29. Strauss W y Mainwaring. (1990). Contaminación del Aire: Causas y Efectos. México, Editorial Trillas.
30. Tepatitlán de Morelos (2018). Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco
31. USDA. (1989). Clave para la Taxonomía de Suelos. Technical Monograph No. 19. Blacksburg, Virginia, Soil Survey Staff.
32. Wark, Kenneth y Warner, Cecil. (1990). Contaminación del Aire: Origen y Control. México, LIMUSA-Noriega

Documentos

Copia del Pago de derechos de evaluación de la MIA-P y Análisis de Riesgo

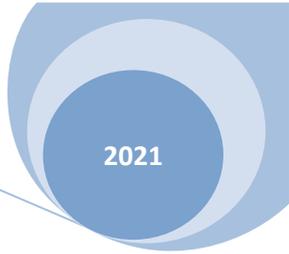
Copia del dictamen de uso del suelo

Copia del número oficial del predio



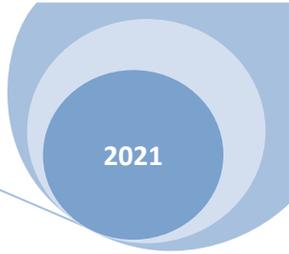
Copia del acta constitutiva con poder del representante legal de la empresa "Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V."

Copia del Registro Federal de Causantes de "Mas Gas Hidrocarburos S.A. de C.V."



2021

Copia del Título de propiedad del predio

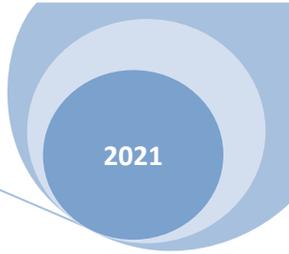


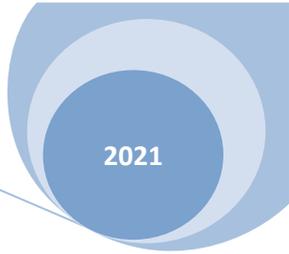
2021

Documentos de la Secretaría de Energía y de la Unidad de Verificación en materia de gas L.P.

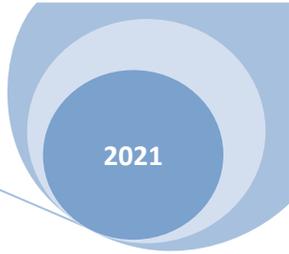
Copia de la memoria técnica de la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Marco Antonio Anaya Torres UVSELP-054-C en la SENER.

Copia de los planos del proyecto, debidamente avalados por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Marco Antonio Anaya Torres UVSELP-054-C en la SENER.





Estudio de Mecánica de Suelos



2021

