

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

PROYECTO:
**“PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS LP Y
ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS LP PARA
CARBURACIÓN”**

MUNICIPIO SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO

PROMOVENTE:
GAS IMPERIAL DEL SURESTE, S.A. DE C.V.

SEPTIEMBRE 2020

CAPITULO I. ESENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	1
I.1 BASES DE DISEÑO.	1
I.1.1. Proyecto civil.	40
I.1.2. Proyecto mecánico	47
I.1.3. Proyecto sistemas contra incendios.....	54
I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO.....	65
I.2.1. Hojas de seguridad.....	77
I.2.2. Almacenamiento.	79
I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares.	80
I.2.4. Pruebas de verificación.	82
I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	82
I.3.1. Especificaciones del cuarto de control.....	85
I.3.2. Sistemas de aislamiento.....	85
I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	87
I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.....	87
I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquisación.	88
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.....	148
II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....	149
II.2 ITERACCIONES DE RIESGO.....	173
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.....	182
CAPITULO III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL..	211
III.1.1. Sistemas de seguridad	216
III.1.2. Medidas preventivas	222
CAPITULO IV. RESUMEN.....	228
IV.1 Situacion general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental.....	229
IV.2 Informe técnico.....	235
CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	236
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	237
V.1.1. Planos de localización.	237
V.1.2. Fotografías.	237
V.1.3. Videos.....	237
V.2 ANEXOS.....	237

Capítulo I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

CAPITULO I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

DESCRIPCION DEL PROCESO.

I.1 BASES DE DISEÑO.

Descripción general del proyecto.

Información General del Proyecto.

El presente proyecto, tiene como objeto el almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo para satisfacer la demanda doméstica, comercial e industrial y de servicio de este energético en la Región.

Responde a la necesidad de cubrir la demanda y modernizar el servicio de abastecimiento mejorando la distribución y suministro del gas licuado de petróleo a los usuarios finales, en los principales centros de consumo de la región.

Naturaleza del Proyecto.

El proyecto “**Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo**”, consiste en la construcción e instalación de la infraestructura necesaria para la recepción, almacenamiento y distribución de **79,050.00** litros de Gas L.P., contenidos en un recipiente con una capacidad de 93,000.00 L. base agua, llenado a 100%.

El proyecto se pretende desarrollar en un predio que se localiza en el Km 274+680 Carr. Fed. 307 Tulum-Playa del Carmen, Manzana 009 Lote 003-01 Predio San Francisco F-1 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Q. Roo, en una zona en la que de acuerdo a la Carta Urbana del Programa de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Playa del Carmen, del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, se ha designado para el desarrollo de actividades de servicios e industria mediana, el predio conserva una distancia de **12,110.00 m aprox.** de la Ciudad de Playa del Carmen y una distancia de **4,550.00 m aprox.** de Puerto Aventuras, como medida de salvaguarda ante la ocurrencia de un evento no deseado.

El terreno del Proyecto tiene las siguientes colindancias: al Noroeste en 81.27 mts. Con terreno propiedad de la misma empresa, al Suroeste en 265.21 mts. Con terreno propiedad de la misma empresa; al Sureste en 15.25 mts. Con Carretera Federal 307 Tulum - Playa del Carmen, al Noreste en 251.20 mts., con terreno propiedad de la misma Empresa y con Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación propiedad de la misma empresa.

El proyecto Incluye:

- Zona de recepción en un 1 Recipiente de almacenamiento con una capacidad de 93,000 L.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- Zona de descarga y carga para auto tanques.
- Zona de carga para cilindros.
- Zona de carburación para auto abasto y comercial.
- Urbanización para servicios administrativos y la correcta, segura y fiable operación de la planta.

Para minimizar los potenciales impactos que se generarían sobre los componentes ambientales, derivados del desarrollo y ejecución de las obras y actividades que requiere el proyecto; así como para prevenir y minimizar los riesgos inherentes que implica el almacenamiento y manejo de Gas L.P. **Gas Imperial del Sureste S.A. de C.V.**, ha adquirido un predio en arrendamiento que se encuentra con un alto grado de alteración de los componentes ambientales (como se apreciara en las fotografías integradas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental Particular, la flora y fauna son prácticamente escasos, observándose individuos de especies típicas de los ecosistemas que predominan en la región sureste del País, y este predio esta estratégicamente ubicado fuera de los núcleos poblacionales.

El predio antes citado cuenta con una superficie total de **6,9822 hectáreas**. La superficie es suficiente para desarrollar con estricto apego el proyecto de acuerdo con las normas aplicables tanto ambientales, como en materia de almacenamiento, distribución y suministro de Gas L.P.; por lo que, la construcción e instalación de la infraestructura necesaria para llevar a cabo las operaciones de trasiego del gas L.P. solo requiere la ocupación de **3,1556 hectáreas**.

La empresa garantizará la distribución segura de Gas L.P., a través de pipas y vehículos de reparto (cilindreras), suministrándolo a los usuarios que lo requieran.

Dado lo anterior y de acuerdo con lo establecido en el artículo 28, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (artículo 5, inciso D y en los artículos 9, 10 fracción II, 12, 17 segundo párrafo y 18), antes de llevar a cabo la realización de las actividades se requiere previamente la autorización en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el mismo contexto, debido a que se manejarán sustancias consideradas en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas y en apego a los artículos 30, párrafo segundo y 147, párrafo segundo de la LGEEPA, se requiere de la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental, correspondiéndole la **Modalidad Análisis de Riesgo**.

Justificación y objetivos.

Debido al desarrollo ascendente de las actividades socioeconómicas en el País, la demanda de este energético se ha incrementado, por lo que, actualmente el suministro de gas LP a los centros de consumo es insuficiente. **Gas imperial del Sureste S.A. de C.V.**, ha planificado cubrir la demanda de este energético mediante el presente proyecto, de manera que se vincula con algunos lineamientos

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo.

planteados en el Programa Nacional de desarrollo (PND) 2019-2024 referente al Impulso y la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

Las actividades a desarrollar en el presente proyecto se ubican dentro del sector terciario, conforme a la desagregación de las actividades económicas establecidas en la Clasificación Mexicana de Actividades Productivas y Productos (CMAP), por lo que, esta actividad no es considerada como una industria sino **como infraestructura y/o de equipamiento y servicios**, esto con la finalidad de identificar con mayor certeza y objetividad el cumplimiento de las políticas, lineamientos y/o criterios ecológicos aplicables para las zonas en donde se ubicará el proyecto y de acuerdo a cada instrumento de regulación de uso de suelo

Criterios de ubicación.

En la selección del predio para la construcción de la Planta de Distribución de Gas L.P. se consideraron diversos aspectos tanto técnicos como ambientales y por supuesto socioeconómicos, para elegir el sitio de menor costo ambiental y económico.

Algunas de las consideraciones para la selección del sitio son los siguientes:

Criterios Ambientales.

- Impactos ambientales sobre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos potenciales (adversos y benéficos).
- No ubicarse dentro de áreas naturales protegidas, riqueza faunística o sitios de gran valor escénico o paisajístico.
- Lejanía con asentamientos humanos, parques naturales, zonas turísticas, zonas de patrimonio nacional y zonas estético paisajísticas extraordinarias.
- Que no se afecten especies de flora y fauna que se encuentren incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
- Uso de suelo acorde a los planes y programas de desarrollo urbano, estatal y/o municipal.

Criterios Técnicos y de Seguridad.

- Predios colindantes y sus construcciones libres de riesgos probables para la seguridad de la planta de distribución de gas L.P.
- No existencia de líneas de alta tensión que crucen el predio ya sean aéreas o por ductos bajo tierra, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la planta de distribución.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo.

- Suelos estables y que no presente alto riesgo de hundimientos o deslizamientos e inundaciones.
- Contar como mínimo con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.
- Obstáculos importantes para la ejecución de las obras.
- Rutas de acceso directo.
- Fuentes y centros de abastecimiento y/o suministro de materiales y de agua, requeridos durante las diversas etapas del proyecto.

Criterios Económicos.

- Los resultados de mercado obtenidos por la propia empresa, que muestran la rentabilidad de comercializar el gas LP en el área por lo que se consideró como ubicación estratégica.

Con base en estos criterios y los estudios de campo, se determinó que el predio propuesto para el desarrollo del proyecto presenta características ambientales con un alto grado perturbación, lo que ayudará a que los efectos negativos que pudiesen ocasionar las obras y actividades sean minimizados desde su planeación, evitando incrementar el nivel de impacto ambiental que actualmente existe en el área de estudio.

Ubicación física del Proyecto y planos de localización.

De manera general el predio donde se pretende llevar a cabo el desarrollo del Proyecto se encuentra en el Municipio de Solidaridad, Geográficamente este se ubica entre los 20° 45' y los 19° 46' de latitud norte y los 86° 57' y los 88° 05' de longitud hacia el oeste, con una superficie de 2,205 km² de extensión. Limita con los municipios de Benito Juárez, Lázaro Cárdenas y Tulum del mismo Estado de Quintana Roo y con los de Chemax y Valladolid de Yucatán particularmente, el predio se ubica en la localidad de Playa del Carmen, la cual se encuentra localizada en las coordenadas 20,62° norte y 87,07° oeste.

Las coordenadas extremas del predio son las siguientes:

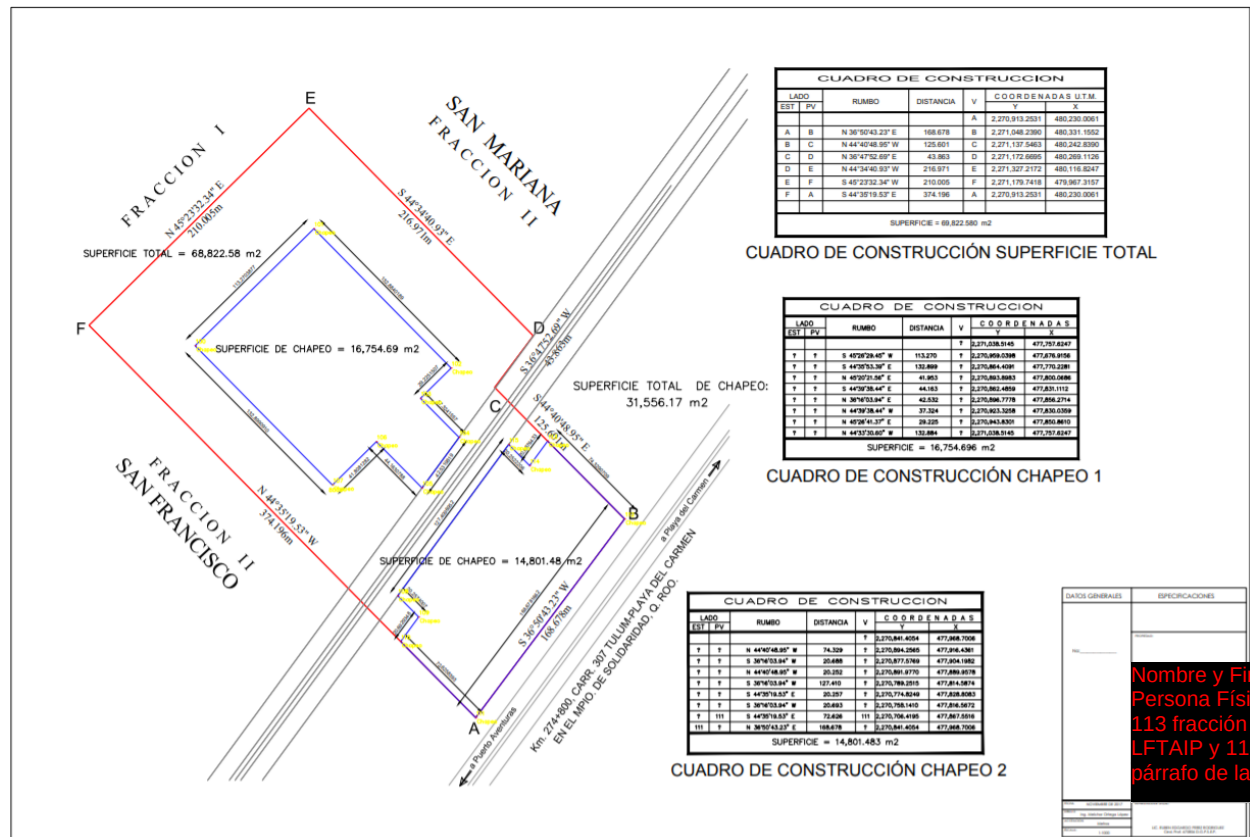
Polígono 1	Coordenadas UTM
------------	-----------------

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo.

	X	Y
1	480039.370	2271165.87
2	480132.683	2271071.24
3	480162.523	2271100.73
4	480193.566	2271069.32
5	480218.726	2271103.61
6	480192.491	2271130.16
7	480213.316	2271150.66
8	480120.079	2271245.35
9	480039.370	2271165.87
15,754.696 m ²		

Polígono 2	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	480179.022	2270964.97
2	480191.263	2270981.66
3	480177.042	2270996.09
4	480252.412	2271098.81
5	480266.653	2271084.41
6	480278.891	2271101.09
7	480331.155	2271048.24
8	480230.006	2270913.25
9	480179.022	2270964.97
14,801.483 m ²		



“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación, en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”

Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo.

Como se puede observar en la siguiente fotografía obtenida a través del **Google Earth®**, el predio propuesto se encuentra alejado de núcleos poblacionales y se ubicada dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 12 denominada “**Corredor Calica Akumal**” de acuerdo con lo indicado en el **Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo**, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 25 de Mayo de 2009, es decir está reservada para el desarrollo de actividades diferentes a las ya evaluadas en la autorización previa.

La imagen siguiente es del Google Earth.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo.



**Predio ubicado en el área esta destinado al desarrollo de actividades Industriales, que incluyen la
 Planta de Distribución de Gas L.P. de manera condicionada.**

***“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”***

Dimensiones del proyecto.

La superficie total del predio es de **6.3112 hectáreas**, de los cuales **11,170.304 m²** se destinarán para la instalación de la infraestructura necesaria para llevar a cabo la operación de trasiego y suministro de Gas L.P.; los cuales ya están despalmados y se hará el mejoramiento del suelo y su compactación, la superficie restante **20,385.875 m²** solo será limpiada.

La ubicación del recipiente de almacenamiento, será al centro del predio, la estación de carburación se ubicará al frente del predio, de lado derecho, yendo en dirección Tulum – Playa del Carmen.

La intención de este arreglo de distribución de la infraestructura es la de dejar una zona de amortiguamiento entre el área de almacenamiento y los predios aledaños.

La distribución de la infraestructura y la superficie que ocuparan dentro del predio es la siguiente:

Distribución de las áreas para el desarrollo de las actividades de trasiego de Gas L.P.			
Superficies de la planta			Superficie Total por Obra (m ²)
Área para instalación de equipos	Suministro	34.88	569.38
	Almacenamiento	352.64	
	Recepción	97.86	
	Muelle de llenado	84.00	
Estacionamiento			274.19
Área de circulación y maniobras			527.35
Subtotal			1,370.92
Área de circulación Entrada - Acceso			527.35
Salida de Emergencia			35.89
Estación de Carburación			2670.79
Talleres			182.10
Oficinas, Cobranza, Baños			116.52
Área de circulación y maniobras			6,266.734
Subtotal			9,799.384
Total			11,170.304

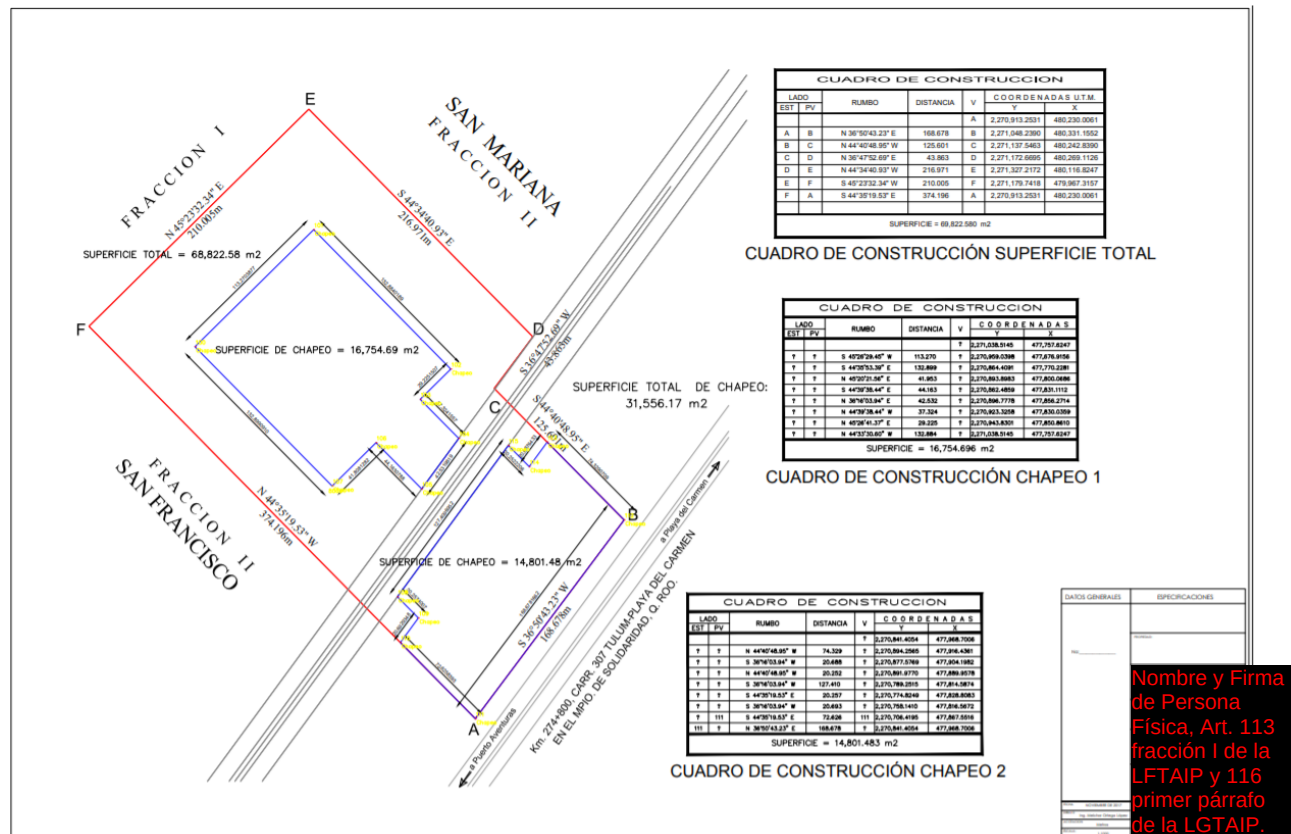
En lo que se refiere a la superficie ocupada para obras permanentes, los **11,170.304 m²** antes referidos serán ocupados por obras permanentes y los **58, 652.279 m²** se dejarán libres para servir como un área de amortiguamiento y conservación de áreas verdes en caso de ser necesario.

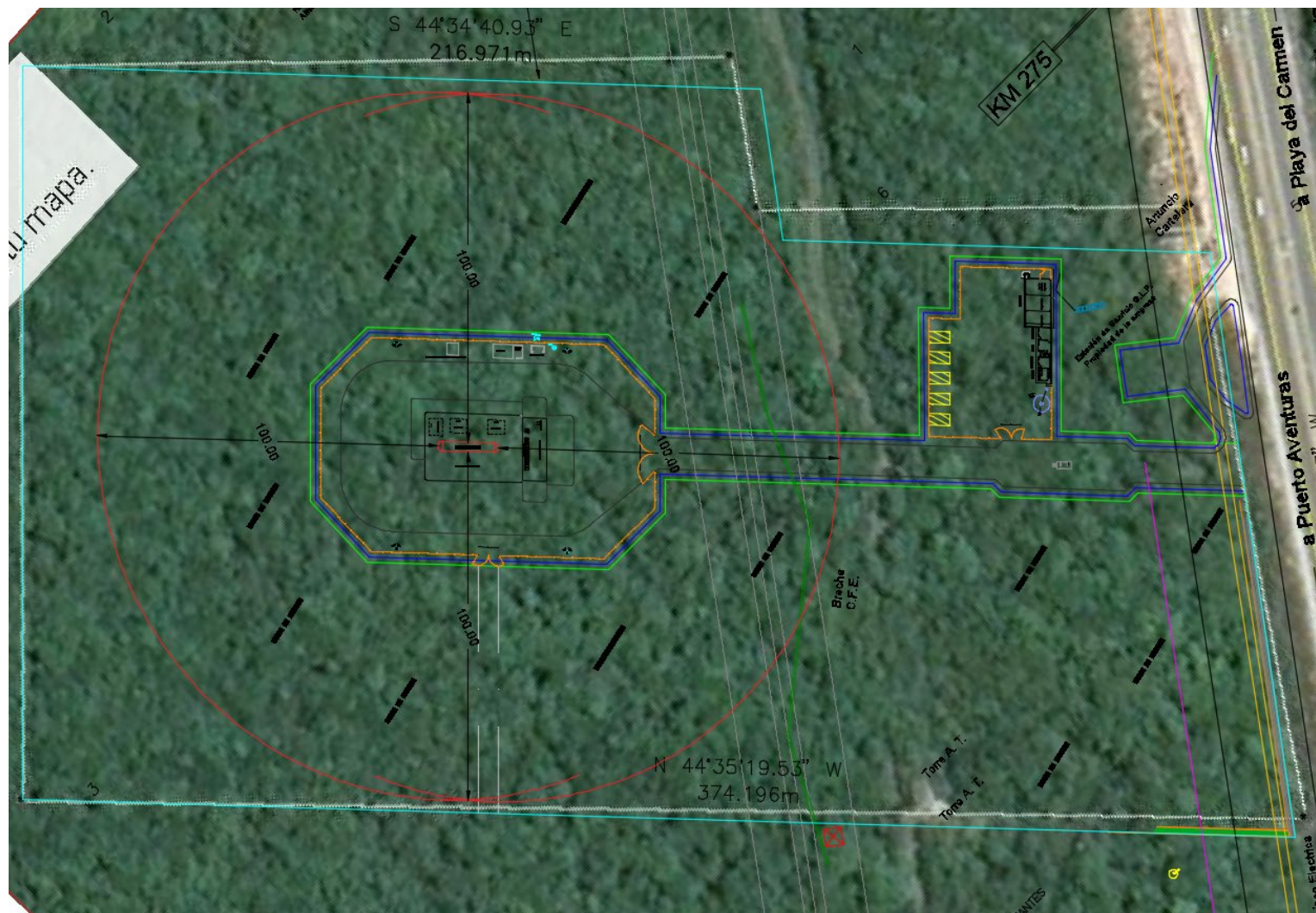
En el predio se identificaron las siguientes asociaciones vegetales:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Comunidad Vegetal	Superficie en m ²	Porcentaje que representa con respecto al total del predio.
Área sin vegetación.	31,556.179	45.20
Área con presencia de vegetación arbórea y arbustiva.	38,266.404	54.80
Totales	69,822.583	100.00%

En la siguiente imagen se observa la distribución de la vegetación identificada.





Fotografía del proyecto incertado en el predio.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

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

La planta estará ubicada en un predio que se ubica en el Km. **274+680 de la Carretera Federal No. 307 Tulum – Playa del Carmen**, (Se anexa documento de Numero Oficial.), las colindancias son las siguientes:

El terreno tiene las siguientes colindancias: al Noroeste en 81.27 mts. Con terreno propiedad de la misma empresa, al Suroeste en 265.21 mts. Con terreno propiedad de la misma empresa; al Sureste en 15.25 mts. Con Carretera Federal 307 Tulum - Playa del Carmen, al Noreste en 251.20 mts., con terreno propiedad de la misma Empresa y con Estación de Servicio con fin Específico para Gas L.P. propiedad de la misma empresa, por las características y actividades de los predios colindantes, se considera que no existen riesgos para la vida y salud de las personas en la operación de la Planta en esa ubicación

Por las características y actividades de los predios colindantes se considera que no existen riesgos para la vida y salud de las personas en la operación de la Planta en esa Ubicación.

De acuerdo a las obras y actividades que se llevan a cabo en los predios colindantes, no se desarrollan actividades que representen riesgo alguno para la operación normal de la planta, se observan terrenos sin ocupar y se encuentran con vegetación secundaria subperennifolia.

Usos de suelo.

El uso actual del suelo según al **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo**, establece el predio se ubicada en una zona clasificada para uso de suelo agroindustrial, suburbano, ecoturismo, deportivo, parque recreativo, industrial, minero, comercial UMA's, reserva natural y equipamiento, es decir, se pueden desarrollar actividades industriales, y de servicios el desarrollo de las actividades del presente proyecto es permitido de manera condicionada; según lo que senala el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo**.

Usos de los cuerpos de agua.

Como se puede observar en las imágenes siguientes dentro de la zona de influencia se encuentra la Playa, la cual es un atractivo turístico, de la Ciudad de Playa del Carmen y del Municipio de Solidaridad, por lo que, es común la práctica de deportes acuáticos y recreación, la playa se localiza a **932 metros** del límite del predio.

Para la realización del proyecto no se requiera el cambio de uso de suelo.

Con base en lo establecido en la Carta Urbana del **Programa de Desarrollo Urbano de Solidaridad**, en esa parte de Playa del Carmen **no se encuentra dentro del Programa de Desarrollo Urbano**, por lo que el uso de suelo actual, en donde se localiza el predio, es de vegetación secundaria subperennifolia, sin embargo, **permite el desarrollo de las actividades del presente proyecto de**

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

manera condicionada; en lo que se refiere al **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial denominado Corredor Calica Akumal**, la política ambiental del Suelo es de Aprovechamiento Sustentable en la cual se puede observar en sus usos condicionados para este proyecto, el predio se localiza en la unidad de gestión ambiental UGA Número 12, y se puede apreciar en forma vertical el uso de suelo en esa unidad de acuerdo con la tabla siguiente.

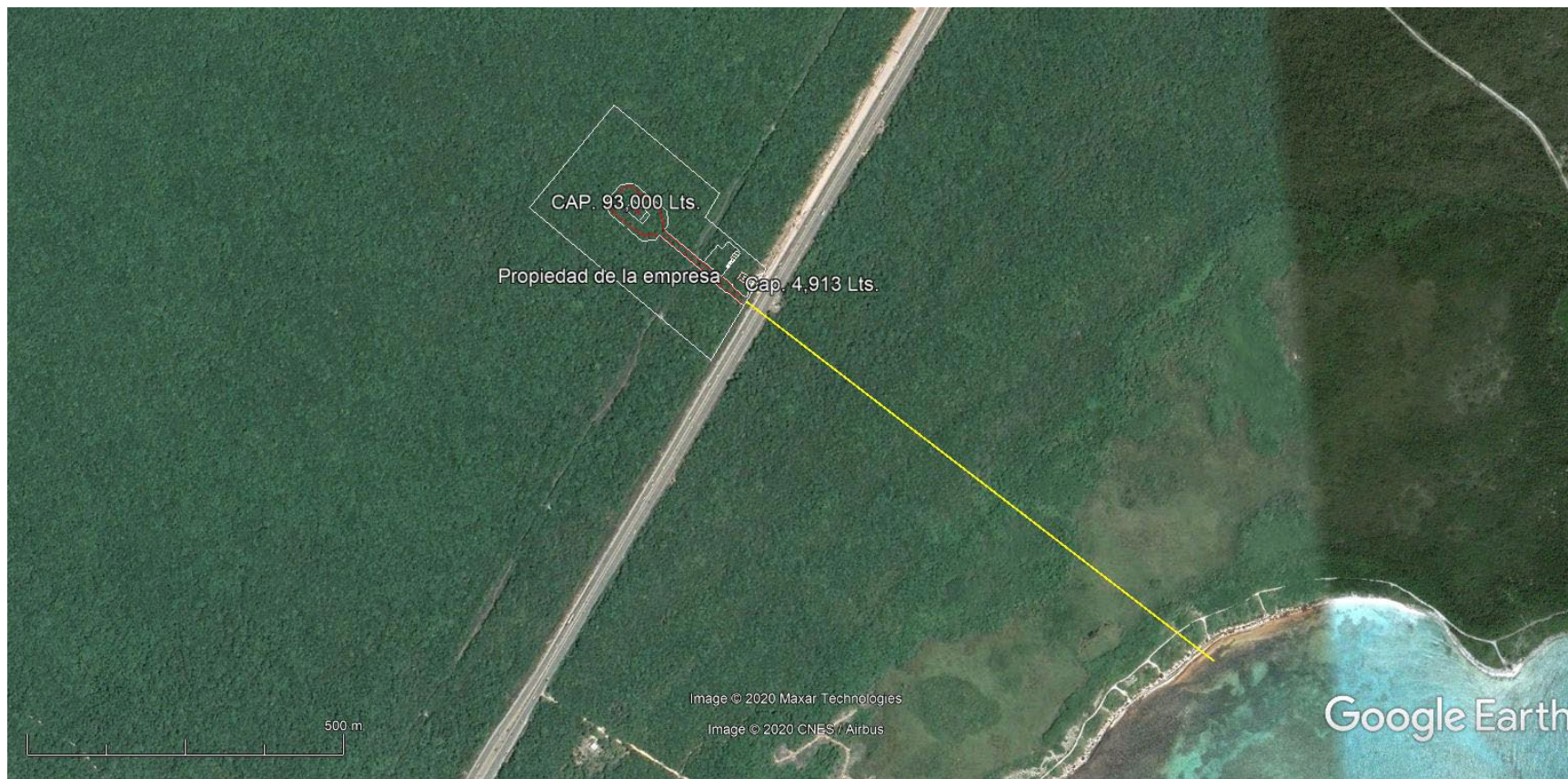
Tabla. Asignación de compatibilidad de usos del suelo a las unidades de gestión ambiental en que se divide el territorio del Municipio Solidaridad, Quintana Roo.

Usos del suelo	Unidades de Gestión Ambiental														
	1	2	4	5	6	7	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Agropecuario	C	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Agroforestal	C	C	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Agroindustrial	C	I	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	C	I
Forestal	C	C	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Urbano	I	I	I	I	I	I	C	I	I	C	I	I	I	I	I
Suburbano	C	C	I	I	C	C	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Turístico	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	C	C	C	I	I
Ecoturístico	C	C	C	C	C	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Deportivo	I	I	I	I	I	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Parque recreativo	I	C	I	I	I	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Marina	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	C	C	I	I
Industrial	I	I	I	I	I	I	I	C	I	C	I	I	I	C	I
Minero	C	I	I	I	I	I	I	C	C	C	I	I	I	C	I
Comercial	I	I	I	I	I	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
UMA'S	C	C	C	C	C	C	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Reserva natural	C	C	C	C	C	C	C	C	I	C	C	C	C	C	I
Equipamiento	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C



El predio se localiza en la unidad de gestión ambiental UGA Número 12 usos de suelo. (C) usos Condicionados  pero permitidos, (I) usos Incompatibles.

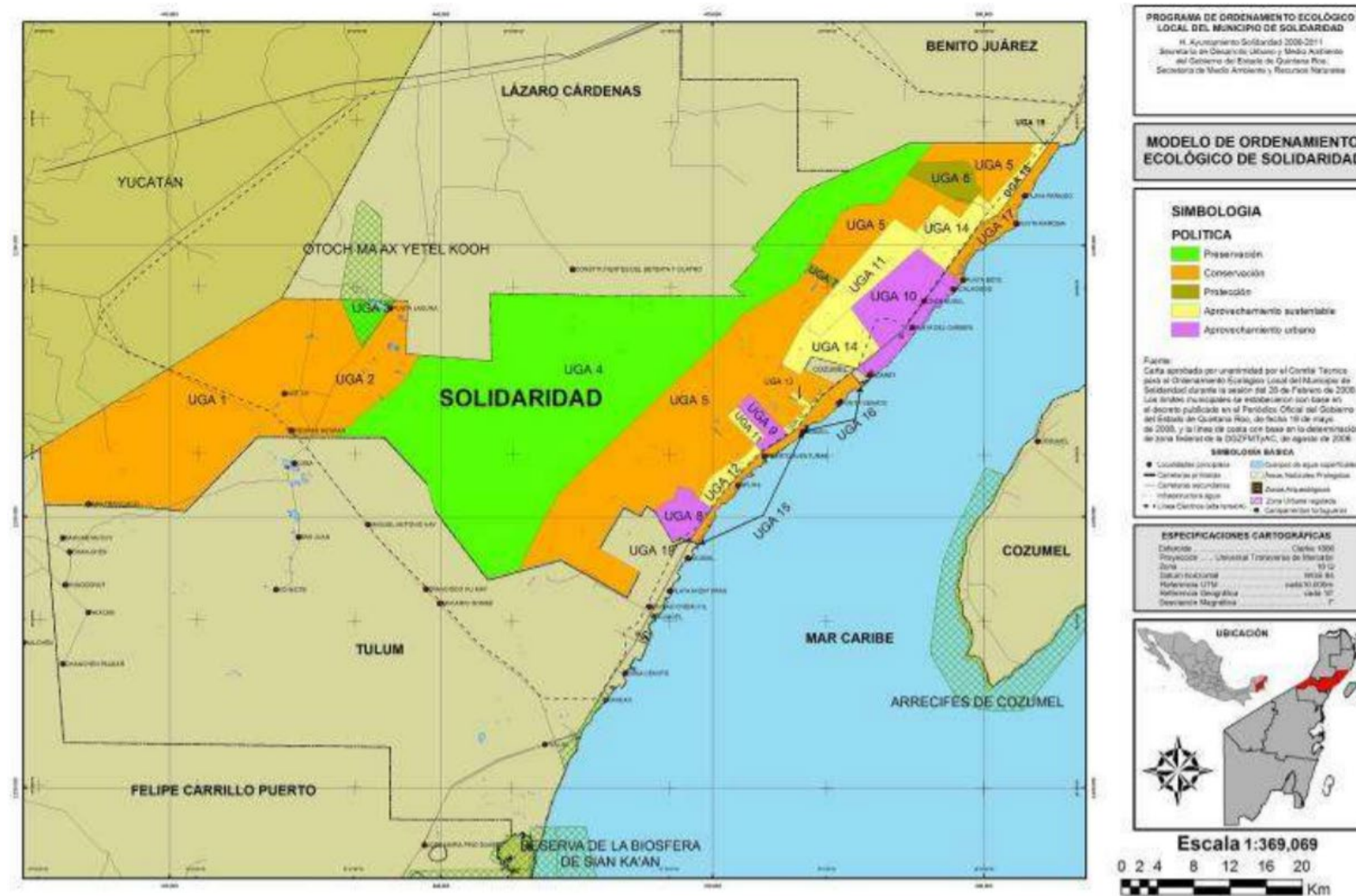
Localización de los Cuerpos de Agua distancia a la playa 932 mts. Con una escala de 1: 50.000



Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

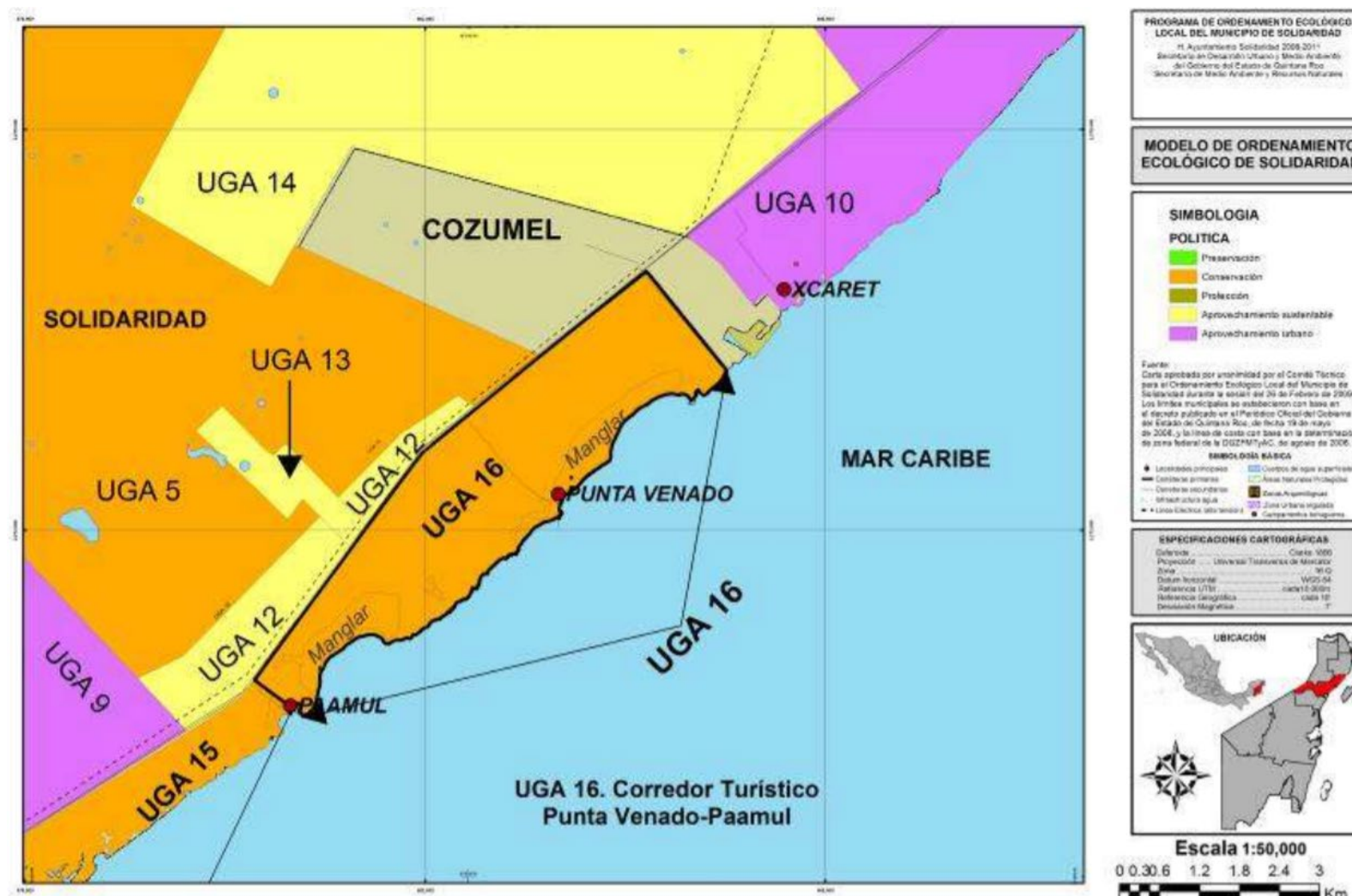
*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Estudio de Riesgo Ambiental, Modalidad Análisis de Riesgo.



Acercamiento al predio se ubica en la UGA 12, en donde se localizará el proyecto.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

Características particulares del proyecto.

El presente proyecto, tiene como objeto el almacenamiento de Gas L.P., en un **recipiente horizontal (tipo salchicha)** para su posterior distribución por medio de pipas (auto tanques) y recipientes transportables de diferentes capacidades; así como el autoconsumo y comercial por medio de la Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación. El desarrollo del proyecto responde a la necesidad de ampliar y modernizar el sistema de abastecimiento y permita mejorar la distribución y suministro del gas licuado de petróleo LPG a los centros de consumo de la región. Para lo cual se ha proyectado la instalación de esta Planta de Distribución que tendrá una capacidad de **93,000.00 L. base agua; no obstante, la capacidad máxima será del 85%, como una medida de seguridad**, lo anterior significa que la capacidad máxima de almacenamiento será de **79,050.00 L.** de Gas L.P.

Pudiendo manejar cualquiera de las composiciones como a continuación se indican:

MEZCLAS	1	2	3	4	5	6	7
COMPONENTES	Propano con insaturados	Propano con bajo Propileno	Propano con alto Propileno	Butano	Mezcla Propano-Butano	Propileno con bajo Propano	Propileno con alto Propano
	COMPOSICIÓN % MOL						
ETANO	4.0	4.0	3.0	0.0	0	0.2	0.1
PROPANO	93.0	87.0	57.0	3.0	60.0	4.8	22.6
PROPILENO	0.0	4.0	35.0	0.0	6.0	94.9	76.6
N-BUTANO	1.0	1.0	1.0	64.0	30.0	0.1	0.5
ISOBUTANO	1.0	3.0	3.0	25.0	0	0.0	0.0
BUTANO	0.0	0.0	0.0	6.0	40	0.0	0.2
ISOPENTANO	1.0	1.0	1.0	2.0	0	0.0	0.0
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
PESO MOLECULAR PROMEDIO (KG/KG/MOL)	43.93	44.08	43.57	57.74	49.87	42.15	42.58
ESTADO: LIQUIDO EN LOS RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN.							

El diseño del tanque de almacenamiento, muelle de llenado, llenaderas de recipientes trasportables, toma de carburación de auto abasto, tomas de recepción y suministro, almacén de productos combustibles, se hizo con base en los lineamientos y especificaciones de la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014, “Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación”**.

En el caso de la estación de carburación su diseño se apega a los lineamientos que señala la Norma Vigente en la materia **NOM-003-SEDG-2004; "Estaciones de Gas L.P. para Carburación, Diseño y Construcción"**, en cuyo campo de aplicación se establecen los requisitos técnicos que se observan y cumplen para su diseño y construcción. Mediante instalaciones y equipos apropiados que se destinan exclusivamente a llenar tanques en vehículos de combustión interna que utilicen este energético Gas L.P. (carburación) para su propulsión.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Ambas normas editadas por la Secretaría de Energía, publicada en el Diario Oficial de la Federación; así como con estricto apego a prácticas constructivas reconocidas internacionalmente que brindaran fiabilidad a la Planta de Distribución de Gas L.P. durante su operación.

Las condiciones de operación son las siguientes:

Operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.					
Recipiente de Almacenamiento					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	93,000.00	Máxima.	17.50	Máxima.	Ambiente
Mínima	79,050.00	Mínima	7.00	Mínima	Ambiente
Compresores 1 y 2					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm²		Temperatura en °C	
Máxima.	560 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	5	Mínima	Ambiente
Bomba 1. Llenado de Recipientes Transportables					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm²		Temperatura en °C	
Máxima.	189 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	7	Mínima	Ambiente
Bomba 2. Llenado de Auto-tanques					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm²		Temperatura en °C	
Máxima.	189 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	7	Mínima	Ambiente

Operación de la Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación.					
Recipiente de Almacenamiento					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm ²		Temperatura en °C	
Máxima.	4, 913	Máxima.	17.58	Máxima.	Ambiente
Mínima	variable	Mínima	7.00	Mínima	Ambiente
Bomba 3. Llenado de Recipientes para Carburación.					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm ²		Temperatura en °C	
Máxima.	189 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	5	Mínima	Ambiente

Características del Recipiente de Almacenamiento.

Recipiente de Almacenamiento. Es de tipo intemperie y en su fabricación cumplen con la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente a la fecha de su fabricación, por Tanques Trinity, S.A. (TATSA) cuenta con su domicilio de esta empresa, y con su placa de identificación, con entrada pasa hombre y certificado de fabricación; así como las entradas y salidas del líquido y vapor, las cuales están ubicadas en su parte inferior, así como la válvula dren para el caso de su mantenimiento interior y cuenta con los dispositivos de seguridad y medición; con las siguientes características:

El recipiente que se instalara cuentan con las siguientes especificaciones:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

CONSTRUIDO POR:	TATSA
OT (Cert. Fab.)	27826
NORMA DE FABRICACIÓN	NOM-012/2-SEDG 2003
AÑO DE FABRICACIÓN	2007
CAPACIDAD LTS. DE AGUA	93,000 LTS
No. SERIE	TP-2036
DIAMETRO NOMINAL	2.67.8 M.
LONGITUD TOTAL	17.88 M.
FACTOR DE SEGURIDAD	4
PRESIÓN DE DISEÑO	17.50 KG/CM ²
PRESIÓN MAXIMA DE VAPOR	15.18 KG/CM ²
FORMA DE CABEZAS	SEMIESFERICAS
RADIOGRAFIADO DE CUERPO Y CABEZAL	100%
COPLES	210 KG/CM ²
TARA	17,888 KG
ESPESOR LAMINA CUERPO	14.40 MM
ESPESOR LAMINA CABEZAS	8.00 MM
FECHA DE ULTRASONIDO	

El recipiente cuenta con los siguientes accesorios:

1. Un medidor magnético para nivel de líquido de 63.50 mm de diámetro, con un medidor MAGNETEL carátula de 8" Modelo TP 10513.
2. Un manómetro con escala de 0-21 kg/cm² de 64.00 mm de diámetro, Mca. Metrón.
3. Un termómetro con graduación de – 50 °C a +50 °C de 76.00 mm de diámetro, Marca Fisher.
4. Dos válvulas de máximo llenado de 6.4 mm. de diámetro, localizada una al 90% y la otra al 85% del nivel total del tanque. Marca REGO Modelo 3165.
5. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca Rego, Modelo A7539v6 de 76 mm. de diámetro, con capacidad de 946.25 L.P.M. (250 G.P.M.) c/u.
6. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca REGO, Modelo A3292C de 51.0 mm. de Ø, con capacidad de 461.77 L.P.M. (122 G.P.M.).
7. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas - Vapor de 51.0 mm Ø, Marca REGO Modelo A3292C capacidad de 926.0 m³/hr. cada una. (37,600 ft³/hra).
8. Seis medios coples para control en la entrada y salida del Gas Líquido y Vapor, siendo dos de 76 mm. (3") de diámetro y cuatro de 51 mm. (2") de Ø.
9. Una conexión soldada al tanque para cable a tierra, la que consiste en un alambre de cobre calibre No. 8 unido con una varilla “cooper weld” de 3.00 mts, de largo enterrada, conectada a la red general de tierra.
10. Un aditamento multiport CMS Modelo 5850A, con 4 válvulas de seguridad de 64 mm. (2½") marca CMS, Modelo VRP.250, las cuales están acopladas a una brida de cuello realzado de 102 mm (4") Ø.
11. Cada una con un tubo de desfogue con altura de 2.00 mts., el cual tiene un capuchón en el extremo superior del mismo diámetro del roscado de cada válvula; lo cual hará posible en

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

caso de apertura de algunas de las válvulas de seguridad, la descarga a la intemperie; entre el tubo y la válvula de seguridad existe un punto de fractura para que en el caso de fractura del tubo no se afecte el mecanismo de la válvula.

Características del Recipiente de Almacenamiento de la Estación de Servicio de Gas L.P.

El recipiente de almacenamiento es de 4,913 Lts. al 100% especial para Gas L.P. del tipo intemperie cilíndrico horizontal. El cual se localiza de tal manera que cumplen con las distancias mínimas normativas; se instalara sobre zapatas de concreto y estructura metálica en forma tal que permite desarrollar sus movimientos de contracción y dilatación. Su zona de protección es a base de plataforma con una altura de 0.60 m. Piso de concreto de 10 cm. de espesor. Al costado del recipiente se encuentra una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo y facilitar la lectura de los instrumentos de medición.

El recipiente tiene las siguientes características:

CONSTRUIDO POR:	TATSA
NORMA DE FABRICACIÓN	NOM 012/3 SEDG 2003
AÑO DE FABRICACIÓN	2011
CAPACIDAD LTS. DE AGUA	4, 930 LTS
DIAMETRO EXTERIOR	118.7 CM.
PRESIÓN DE TRABAJO	17.58 KG/CM ²
FACTOR DE SEGURIDAD	4
FORMA DE CABEZAS	SEMIELÍPTICAS
EFICIENCIA	100%
ESPESOR PLACA CABEZA	6.88 MM
ESPESOR PLACA CUERPO	6.90 MM
LONGITUD TOTAL	4.759 CM
TARA	1,081 KG

El recipiente contará con los siguientes accesorios:

- Medidor magnético para nivel de líquido Marca REGO de 38.1 mm. de diámetro.
- Una válvula de máximo llenado Marca REGO de 6.4 mm. (¼") de diámetro, al 90% del nivel del recipiente.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Líquido de 51 mm. (2") de diámetro, modelo A3292C 122 G.P.M., marca REGO.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Vapor de 19 mm. (3/4") de diámetro, modelo A3272C 20 G.P.M., marca REGO.
- Una válvula no retroceso para retorno de Gas de 32 mm. (1 1/4") de diámetro, modelo A33176, marca REGO.
- Una válvula de relevo de presión de 32 mm. (1 1/4") de diámetro, modelo 8685G 250 PSI 4,035 SCFM/Aire marca REGO.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Líquido (dren) de 19 mm. (3/4") de diámetro, modelo A3272C de 20 G.P.M., marca REGO.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Líquido (llenado) de 32 mm. (1 1/4") de diámetro, modelo A3282C de 50 G.P.M., marca REGO.
- Conexión soldada a la placa de refuerzo para conexión a tierra.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Las válvulas de exceso de flujo cumplen con la Norma vigente en la materia.

Características del Gas Licuado de Petróleo.

El GLP es una mezcla de hidrocarburos ligeros obtenidos en el proceso de refinado del petróleo, compuestos principalmente por butano y propano en proporciones variables, que suelen ser del orden del 60% de butano y un 40% de propano.

A presión atmosférica su punto de ebullición es de -17°C . Se almacenan y transportan en forma líquida, aunque van siempre acompañados de una cámara de fase gaseosa. El elevado índice de octano y su poder calorífico, superior al de los combustibles líquidos, juntamente con el hecho de que con presiones entre 5 y 15 bares son líquidos, hace que su utilización como sustituto de los combustibles líquidos en vehículos sea viable desde hace ya más de treinta años.

Composición.

Es un combustible que tiene una composición química donde predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, las cuales contienen impurezas principales, como son el propileno o butileno o una mezcla de estos.

Los gases butano y propano, en estado puro, son hidrocarburos del tipo:

$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$:

Butano: C_4H_{10}

Propano: C_3H_8

Obtención

Las fuentes de obtención de este combustible son las refinerías (destilación del petróleo) y las plantas de proceso de gas natural, las cuales aportan alrededor de un 25% y un 75% de GLP respectivamente.

GLP en refinerías:

Los GLP son hidrocarburos derivados del petróleo. Su nombre, Licuado del Petróleo, proviene de convertir el estado gaseoso en el que se encuentra a presión atmosférica en líquido mediante compresión y enfriamiento, necesitándose 262.2 litros de vapor de GLP para obtener 1 litro de GLP líquido.

Para su obtención, el petróleo se somete a una operación denominada destilación, mediante la cual se van separando ordenadamente, de acuerdo con sus densidades y puntos de ebullición, los diversos componentes: gasolinas ligeras, kerosenos, butano, propano, gas-oil, fuel-oil y aceites pesados.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Los gases derivados de esta destilación que forman el grupo de los GLP son el butano (40%) y el propano (60%), que se distinguen entre sí por su composición química, presión, punto de ebullición y su poder calorífico.

Propiedades:

Algunas de sus propiedades más significativas son las siguientes:

- No son tóxicos ni corrosivos, solo desplaza al oxígeno, por lo que no es recomendable respirarlo mucho tiempo.
- No contiene plomo ni ningún aditivo añadido.
- No contiene azufre en su composición.
- Son inodoros e incoloros, sin embargo, para detectar su fuga se le añaden sustancias que producen un olor fuerte y desagradable.
- Son más pesados que el aire. En caso de pequeña fuga pueden extenderse por el suelo y los fosos de inspección.

El GLP es un combustible económico por su rendimiento en comparación con otros combustibles. Es excesivamente frío, porque cuando se licua se le somete a muy bajas temperaturas por debajo de los 0°C. Por lo tanto, el contacto con la piel produce quemaduras.

Características del sitio, susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos y áreas vulnerables.

- **Fisiografía.**

Desde el punto de vista fisiográfico la microcuenca forma parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, la cual a su vez se divide en tres subprovincias: 63 Carso y Lomeríos de Campeche, 62 Carso Yucateco y 64 Costa Baja de Quintana Roo (INEGI, 2002). La superficie de la microcuenca se encuentra ubicada dentro de la subprovincia fisiográfica 62 Carso Yucateco (ver plano).

En la provincia Península de Yucatán, el terreno es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m. sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Por su parte, la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m. en su parte Suroeste. En términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

Geología.

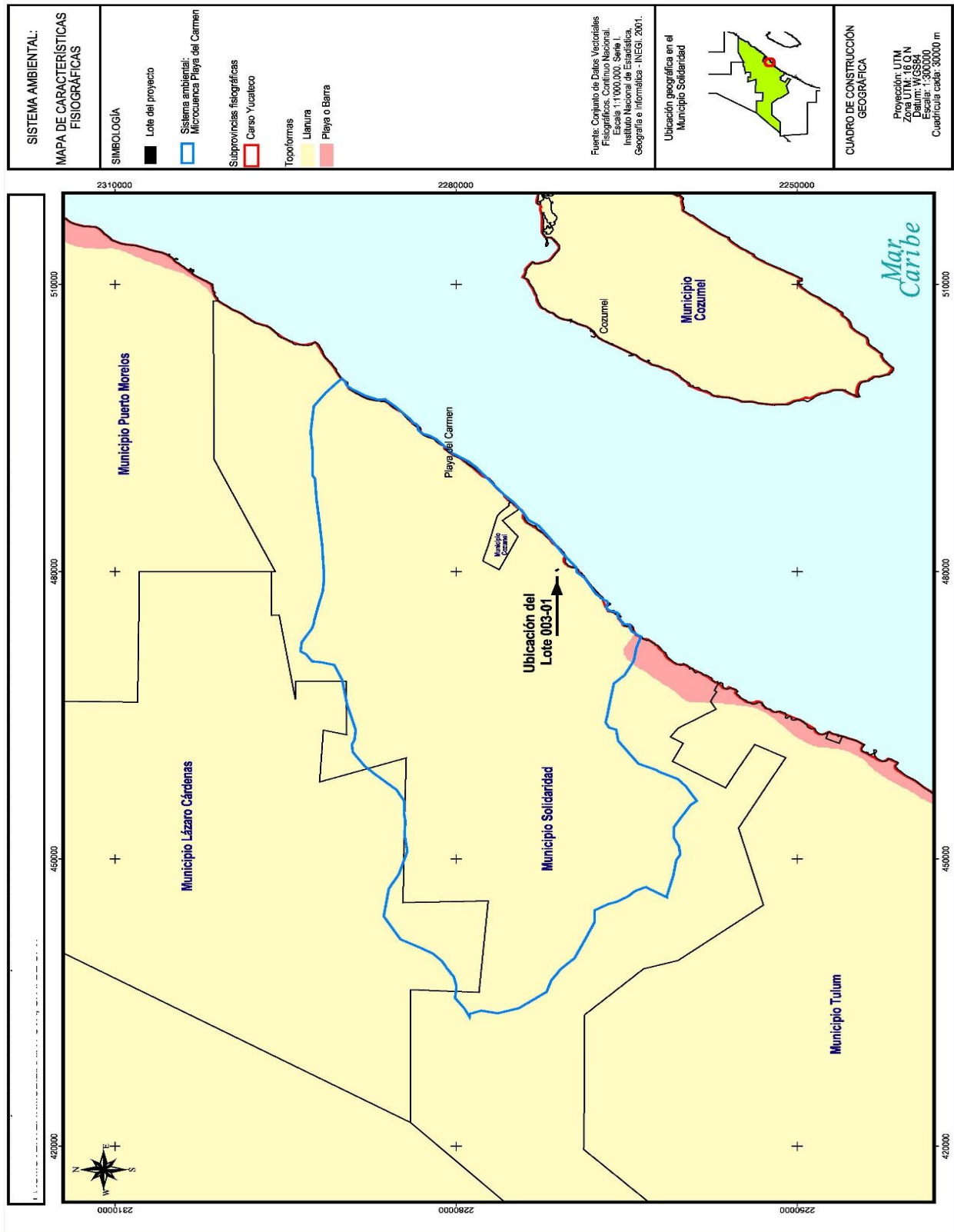
*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

En la microcuenca se presentan 3 tipos geológicos: Ts (cz), Q (s) y Tpl (cz), cuyos atributos se describen como sigue:

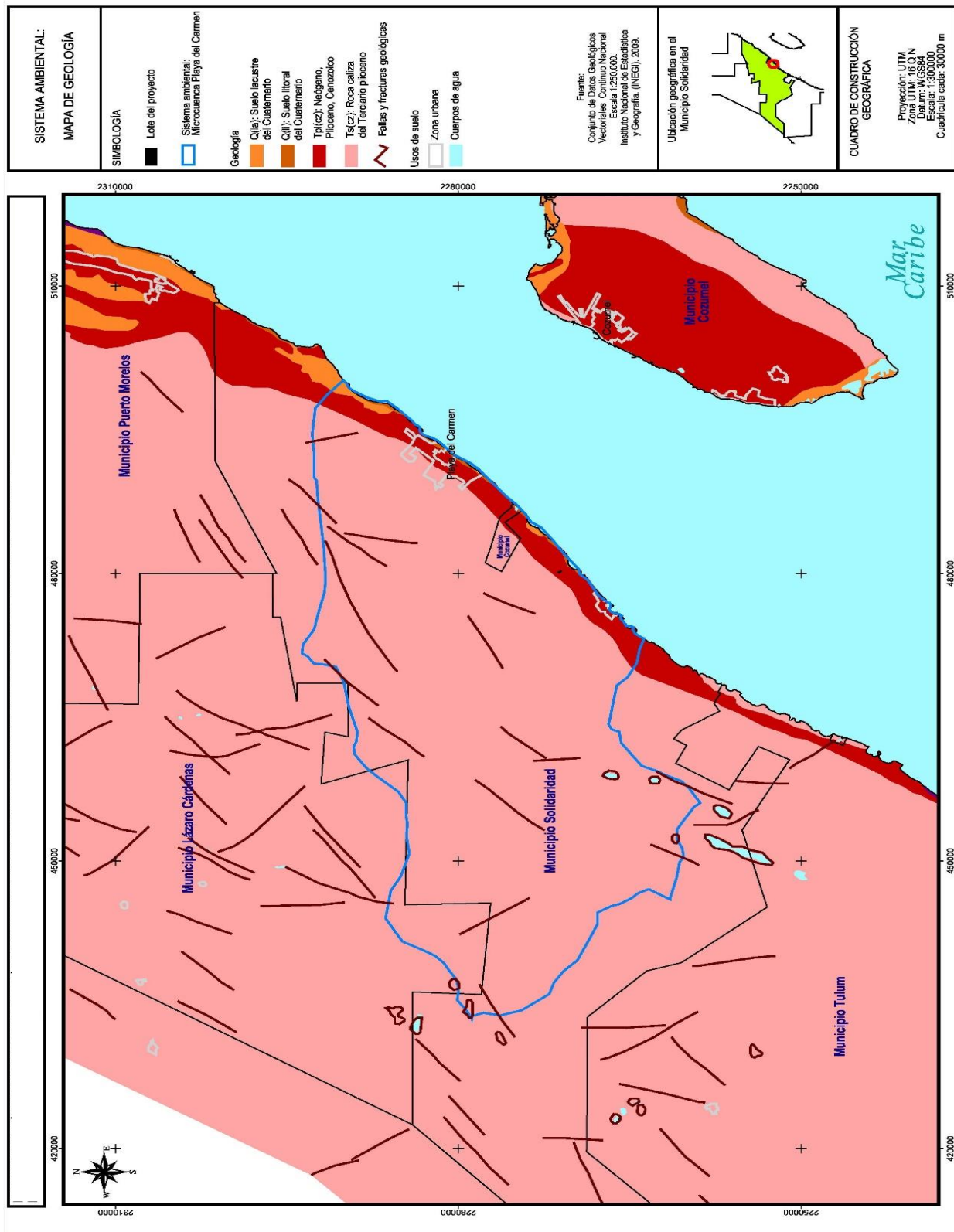
El subtipo geológico Tpl (cz), está formado en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal.

El subtipo geológico Ts (cz) roca caliza del Terciario plioceno, está formada en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal.

El subtipo geológico Q(la) suelo lacustre, perteneciente al sistema Cuaternario de la era cenozoica, pertenece a la era nueva como la conocemos actualmente, por lo que el tipo de roca que la conforma es joven. Esta era geológica abarca los últimos 65 millones de años y en ella el planeta adquiere el aspecto y las cualidades que conocemos. En esta era todo se prepara para el siguiente gran salto evolutivo.



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*



• **Sismicidad.**

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

El Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana, Roo, se encuentra localizado dentro de la clasificación que hace el Instituto de Geofísica de la UNAM en la Zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.



El Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana, Roo se encuentra localizado dentro de la clasificación que hace el Instituto de Geofísica de la UNAM en la Zona Asísmica y sin actividad volcánica es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos ni volcanes. Tanto los sismos como las erupciones de volcanes se generan por la movilidad de las placas tectónicas, pero en la zona donde se establecerá el proyecto no se tienen ningún registro histórico de este tipo de fenómenos, México es una zona de gran movilidad pero esta se localiza en el océano pacifico, como se observa en el siguiente mapa.



Volcanes:

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. Tequila | 9. Popocatepetl |
| 2. Nevado de Colima | 10. Iztaccihuatl |
| 3. Volcán de Colima | 11. Malinche |
| 4. Parícutín | 12. Cofre de Perote |
| 5. Jorullo | 13. Pico de Orizaba |
| 6. San Andrés | 14. San Martín Tuxtla |
| 7. Nevado de Toluca | 15. Chichón |
| 8. Ajusco | 16. Tacaná |

- Zona asísmica
- Zona penísmica
- Zona sísmica
- Principales volcanes
- Trinchera mexicana
- Placas tectónicas
- Trayectoria de ciclones

Clima y Temperatura.

- **Clima.**

En la ciudad de Playa del Carmen se localiza una estación climatológica a cargo de la Comisión Nacional del Agua, que durante más de 15 años ha llevado registros diarios de los diversos componentes físicos ambientales como la temperatura, la evaporación y la precipitación. Con ello se ha establecido de manera puntual, pero extendible a su área de influencia.

En el área metropolitana de Playa del Carmen ocurre el mismo tipo de clima que se presenta en la mayoría del territorio del Municipio de Solidaridad, el cual está clasificado en general como cálido con lluvias en verano.

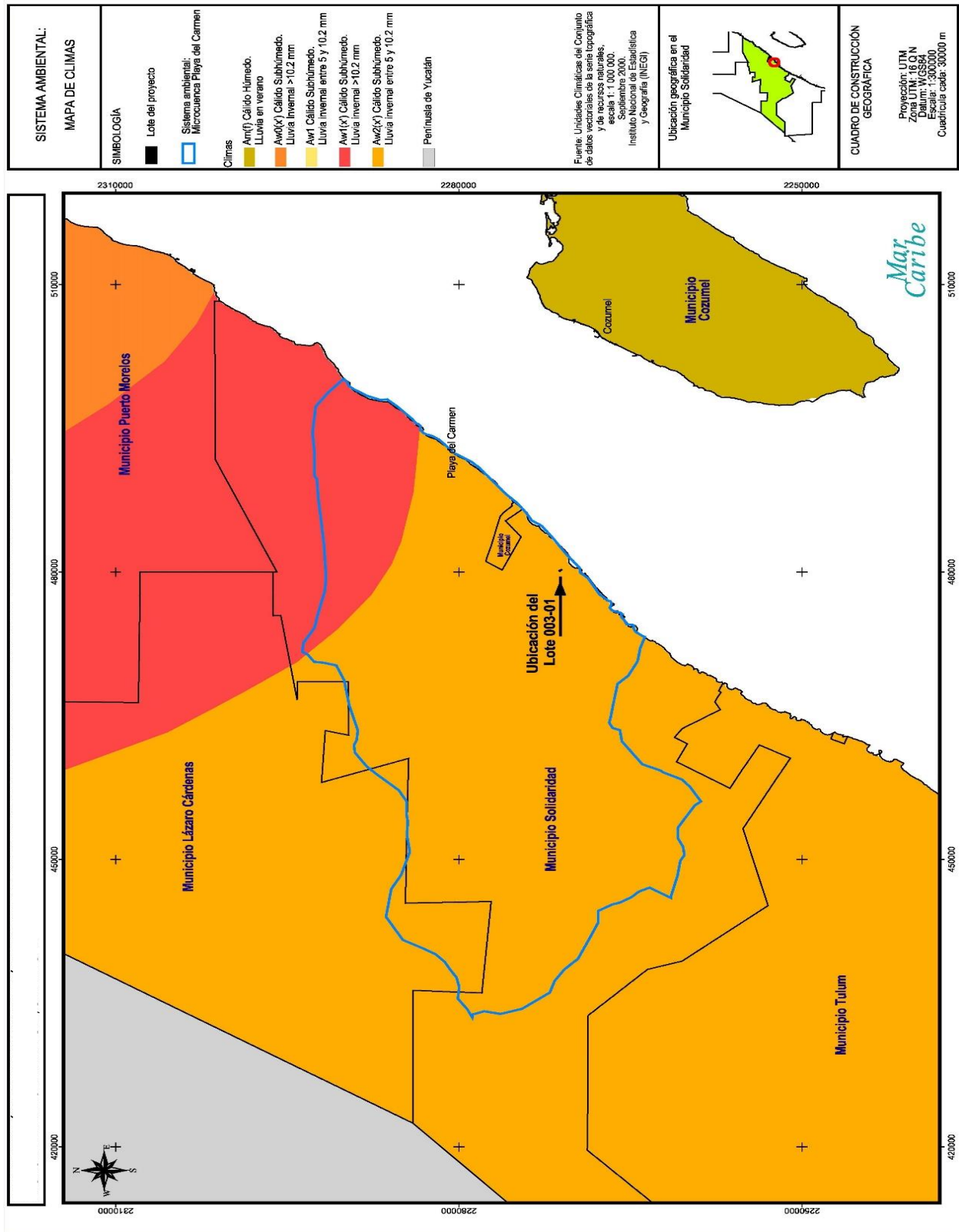
*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), en la microcuenca se presentan dos subtipos climáticos:

En la porción Norte el Aw1 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

En la porción Centro y Sur el Aw2 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 84% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

Lo anterior se corrobora con la Carta climática del INEGI, como puede observarse en el plano de la página siguiente.



Dirección y velocidad de Vientos.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- **Precipitación.**

La precipitación media anual en la microcuenca es de 1,200 a 1,500 mm; con precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual. Históricamente la precipitación máxima en 24 horas se registra en el mes de octubre, y en la temporada de seca se registran meses sin precipitación o con precipitación muy escasa.

No obstante, lo anterior, de acuerdo con la Carta de precipitación media anual (PMA) del INEGI (ver plano de la siguiente página), la microcuenca se ubica en una zona que presenta una PMA de 1500 mm.

Humedad relativa.

- **Intemperismos Severos.**

Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de junio a noviembre (temporada de huracanes) y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes precipitaciones. La formación de estas perturbaciones atmosféricas sucede en una de las dos matrices registradas en la región. La primera se localiza en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el Mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo. La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente africano.

Los fenómenos originados aquí tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas en México, así como Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. Estos fenómenos naturales pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar.

- **Intemperismos no severos.**

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la microcuenca, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- **Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.**

De acuerdo con la información con que se cuenta los vientos dominantes son de bajas intensidad y provienen del este y sureste. La región suele ser afectada por vientos de mayor intensidad en los meses de Agosto, Septiembre, Octubre y parte de Noviembre, ocasionando por las tormentas tropicales o bien por los vientos ciclónicos que se originan en el mar de las Antillas. Frecuencia de heladas, nevadas y nortes tormentas tropicales y huracanes. No existen antecedentes de heladas o nevadas pero si se han presentado en forma esporádica algunas granizadas de poca intensidad.

Por lo que se refiere a los nortes, estos se presentan durante los meses de Noviembre a Febrero y ocasionalmente hasta Marzo, su número varía anualmente y se considera que esta en el rango de 10 a 15 por año.

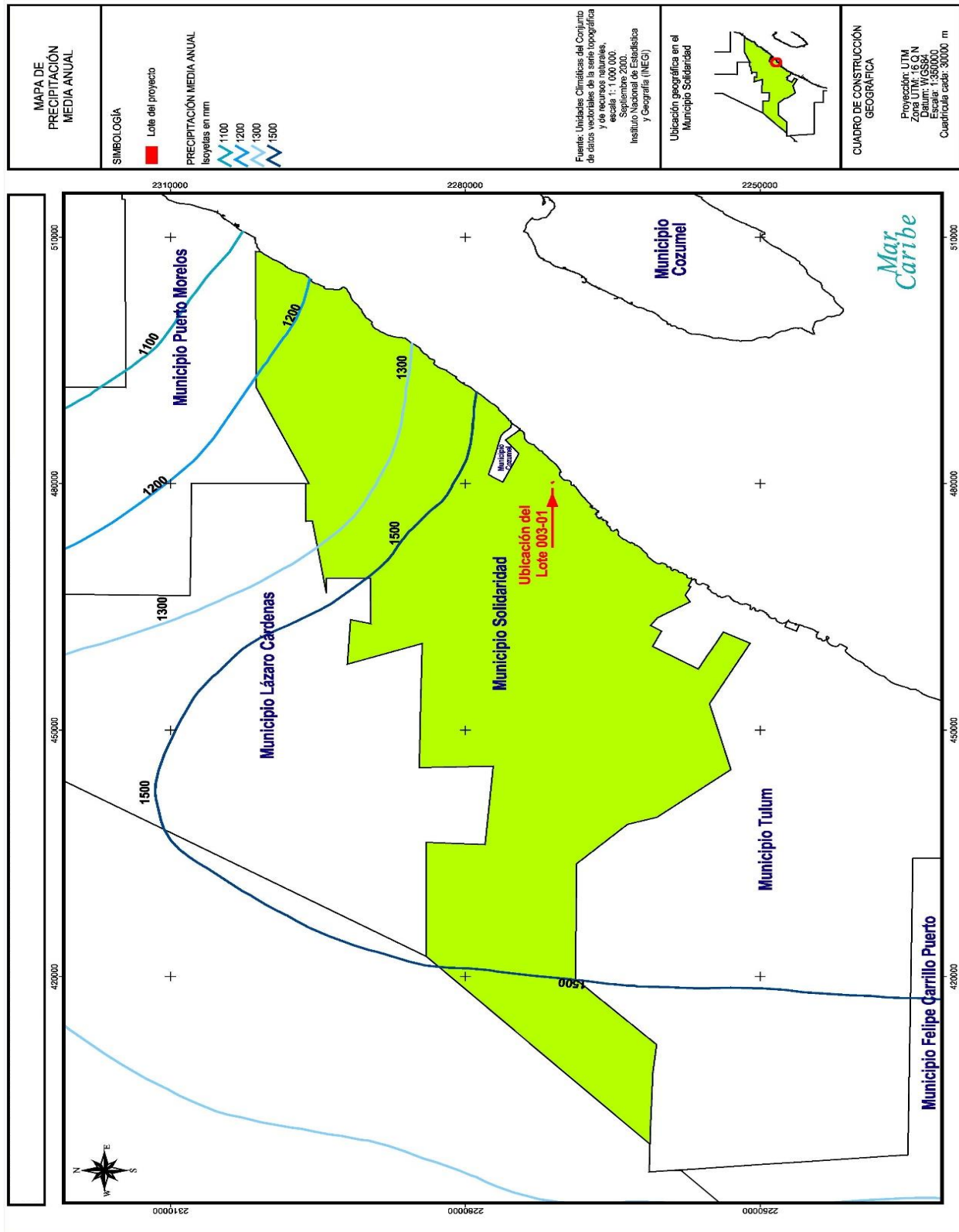
- **Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes).**

En la Península de Yucatán, Quintana Roo es el estado más expuesto a fenómenos meteorológicos como son las tormentas tropicales, huracanes y “nortes”, particularmente la zona norte del litoral que se encuentra comprendida entre Cabo Catoche y la costa a la altura de la población de Carrillo Puerto.

Los huracanes reducen o ensanchan las playas, forman bajos arenosos y en ocasiones abren o cierran bocas de comunicación entre el mar y los humedales. El huracán Gilberto en 1988 y Wilma en el 2005, casi hicieron desaparecer las playas de Isla Cancún, modificó la topografía de los fondos arenosos en el área y cortó en varios puntos las playas de barrera presentes en las costas de Yucatán formando canales a través de ellas. En Cancún de acuerdo con los reportes de FONATUR, resultaron perjudicados 3,977 cuartos de hotel y 1,362 en Cozumel además de otras construcciones no hoteleras. En base a los datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (1997), en los años de 1987 a 1997 el promedio de velocidad anual del viento es de 4.55 n/s. En el mes de octubre se registraron las mayores velocidades con 20.1 n/s de velocidad promedio y para el mes de abril se presentaron las menores velocidades, en el que el promedio de la velocidad es de 5 a 6 n/s.

Según cálculos con información local, la frecuencia es de 0.62 depresiones por año, utilizando datos de 1960 a 1988 en ésta área (Merino y Otero, 1991). Asimismo, entre 1987 y 2004, se desarrollaron 214 huracanes y tormentas tropicales en el Atlántico, de los cuales 11 tocaron tierra en las costas de Quintana Roo, por lo que su frecuencia es prácticamente igual a la reportada por Merino y Otero con 0.61 depresiones al año (García, com. pers.). Esto sugiere que un huracán o tormenta tropical toca las costas del estado cada 1.6 años.

Entre los meteoros más importantes en estos años se encuentran el huracán Gilberto en 1988 de categoría 5, el Roxana, que, en 1995, azotó directamente las costas de la Reserva Sian Ka'an 10 km al sur del Parque Nacional Tulum, causando erosión de playas y duna costera, así como el Wilma en 2005 con categoría 5.



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Edafología.

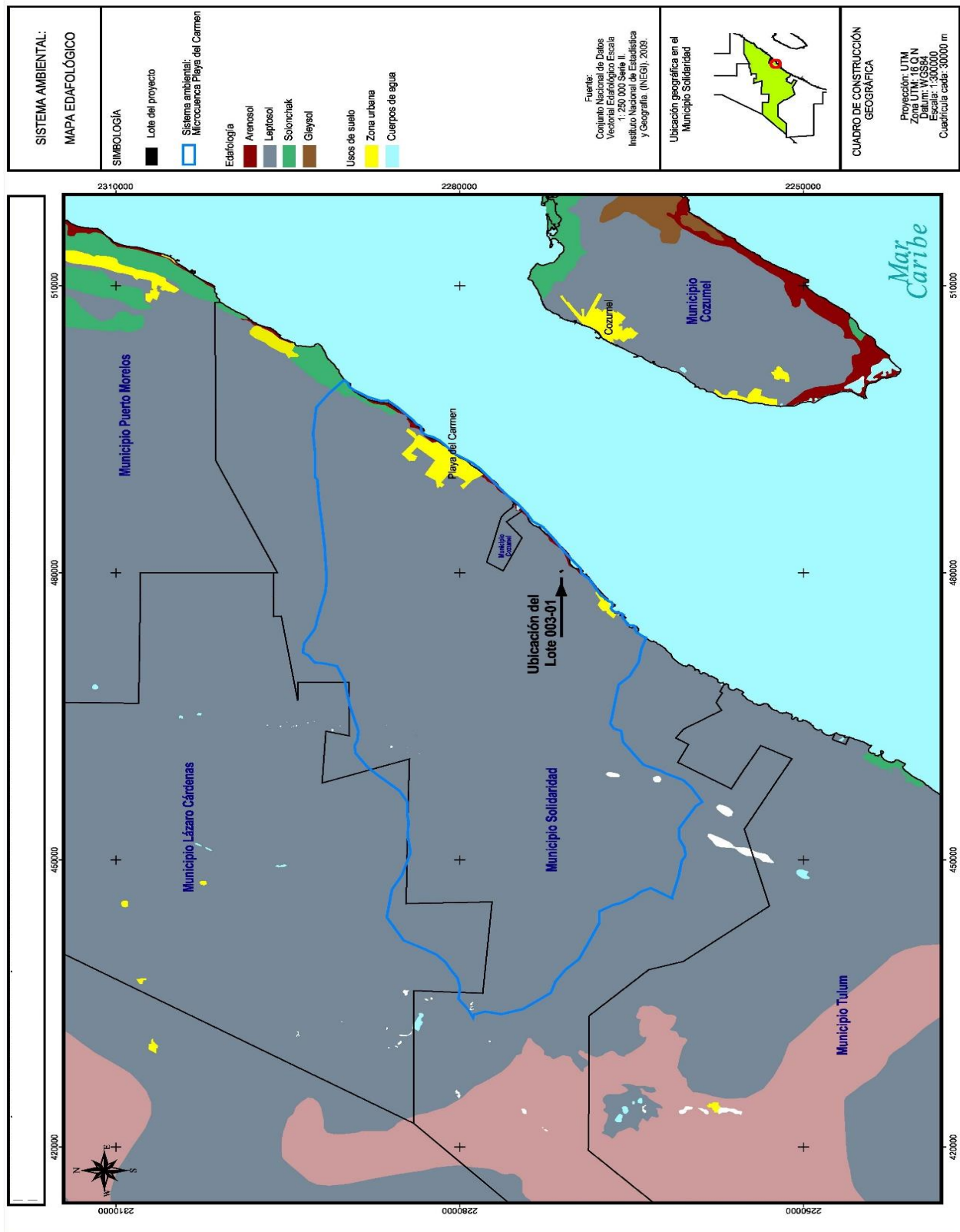
De acuerdo con la carta edafológica (escala 1:250000, serie II) del INEGI, la microcuenca se ubica en una zona donde se distribuyen las siguientes unidades edáficas (ver plano de la página siguiente):

Arenosol. - Son de contextura arenosa, con una profundidad de 100 cm. y se localizan en la zona costera. Sus principales restricciones de uso son la escasa retención de humedad y baja fertilidad.

Leptosol. - Los Leptosoles (del griego leptos, delgado), que se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Redzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo.

Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

Solonchak. - (símbolo: Z). Del ruso sol: sal; literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos bajos. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Para el Sistema Ambiental se identificó la subunidad Solonchak órtico (símbolo: Zo), del griego orthos: recto, derecho; suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo; se trata de un Solonchak con una capa superficial clara y pobre en materia orgánica, y nutrientes.



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- **Hidrología Superficial.**

La microcuenca se encuentra ubicada dentro de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte (Yucatán); la distribución de dicha región abarca el 31.77% de la superficie del estado de Quintana Roo en su porción norte, parte de Yucatán y de Campeche. Se caracteriza por presentar una precipitación promedio que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste.

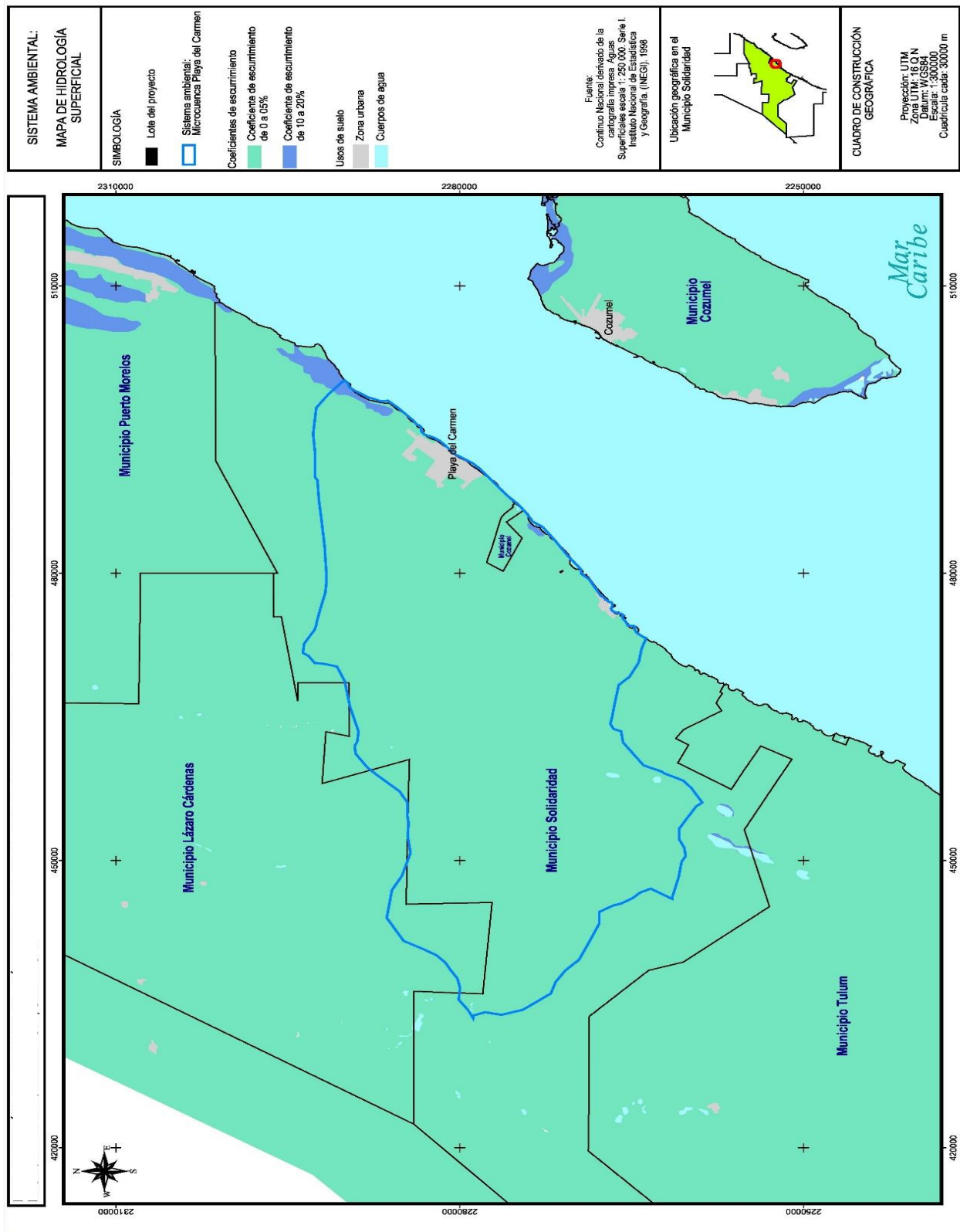
Existe una carencia total de corrientes superficiales por las características particulares de alta infiltración en el terreno y el escaso relieve, así como una carencia de cuerpos de agua de gran importancia. Debido a la conformación del terreno dentro de la microcuenca, la precipitación que se presenta en la parte continental, aun cuando anualmente es superior a 1,000 mm, sólo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga del acuífero denominados “Xuch”, por lo que no se tienen escurrimientos superficiales.

Uno de los cuerpos de agua superficiales más representativos en la microcuenca, se refieren principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los denominados cenotes. Otros cuerpos de agua que se presentan son intermitentes y de origen pluvial, Akalchés, como se les denomina localmente, los cuales se forman en suaves depresiones topográficas con sedimentos finos impermeables, hacia donde fluye el agua producto de la precipitación pluvial por escurrimientos y queda atrapada por el sedimento impermeable. La permanencia y temporalidad de estos cuerpos de agua dependen de factores climáticos como la temperatura, evaporación y precipitación pluvial.

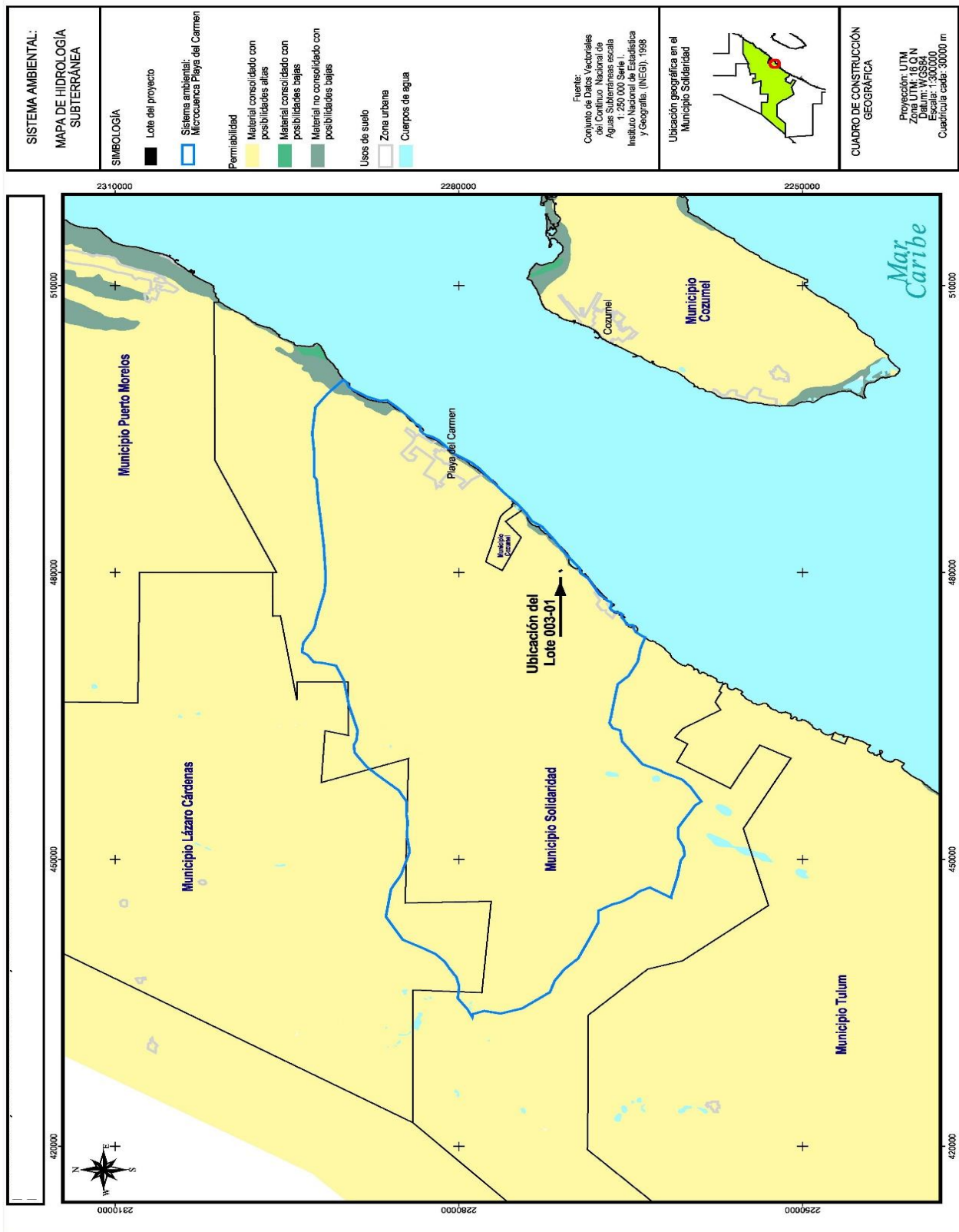
Conforme a la carta de hidrología superficial del INEGI, tenemos que en la microcuenca se identifican zonas con un rango de escurrimiento de 0 a 5% de manera predominante, excepto en las franjas costeras que en algunas zonas presenta de 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (ver plano de la siguiente página).

- **Hidrología Subterránea.**

Conforme carta de hidrología subterránea del INEGI, tenemos que en la microcuenca se identifican de manera predominante, zonas de material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero, a excepción de las zonas muy cercanas a la costa que presentan material no consolidado con posibilidades bajas (ver plano).



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*



- **Normatividad.**

“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación, en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”

Con base en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en México, para el proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. se utilizará la revisión vigente de la Normatividad Nacional, tales como:

- Normas Oficiales Mexicanas (NOM).
- Normas Mexicanas (NMX).
- Especificaciones de SENER.
- Guías de SEMARNAT Y ASEA, entre otros.

El diseño indica las especificaciones, criterios y lineamientos que se seleccionaran en las diferentes disciplinas de la ingeniería a partir de su desarrollo de acuerdo al **REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**. El Reglamento tiene por objeto regular las Ventas de Primera Mano, así como el Transporte, Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo, actividades que podrán ser llevados a cabo, previo permiso, por los sectores social y privado, los que podrán construir, operar y ser propietarios de ductos, instalaciones y equipos, en los términos de las disposiciones contenidas en este ordenamiento, así como, en las disposiciones técnicas y de regulación que se expidan.

Las Ventas de Primera Mano, el Transporte, el Almacenamiento y la Distribución de Gas Licuado de Petróleo, son actividades de exclusiva jurisdicción federal, de conformidad con el artículo 9o. de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo. Únicamente el Gobierno Federal dictará las disposiciones técnicas, de seguridad y de regulación que las rijan, publicado en el D.O.F., el día 05 de diciembre de 2007 y las Normas Oficiales Mexicanas "NOM-001-SESH-2014, PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN" NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEDG-2004, ESTACIONES DE GAS L. P. PARA CARBURACIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2018, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN), publicadas en el D.O.F., el día 22 de octubre de 2014, el 28 de abril de 2005 y el 29 de noviembre de 2012 respectivamente.

El Proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P., mediante Planta de Distribución de Gas licuado de petróleo, será constituido de acuerdo a los siguientes proyectos: Civil, Mecánico, Eléctrico, Contra Incendios.

- a) La memoria técnico descriptiva. - Cada uno de los proyectos que integran la Planta de Distribución de Gas L.P. será proyectado con la Ingeniería Básica y de detalle que contienen: los planos, los componentes principales, su localización y simbología, así como la ubicación de cada uno de los proyectos, criterios de diseño, cálculos, capacidades, códigos y normas utilizados, diagramas de flujo y de control e instrumentación.
- b) Las memorias técnico-descriptivas y planos de cada proyecto contienen: las firmas autógrafas, nombre y cédula profesional del proyectista, representante legal, permisionario y de la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. y de la Unidad de verificación de la Instalaciones Eléctricas.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Actividad regulada	Norma aplicable	Se dará cumplimiento de la forma siguiente
Descarga de aguas residuales. Durante la realización de la prueba hidrostática se utilizara agua cruda, si bien no se le adicionara ningún tipo de agente químico o físico, una vez terminada la prueba, esta será desechada.	NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	El agua producto de la prueba de hermeticidad, será reutilizada para el riego de las áreas verdes, evitando su descarga sobre cuerpos de agua.
Durante todas las fases del proyecto se utilizarán automóviles y camionetas para el transporte de materiales y personal y equipo, por lo que se tendrá en todo momento generación de gases contaminantes.	NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El contratista deberá aplicar un estricto programa a través del cual se controle en todo momento los periodos de verificación y mantenimiento de los vehículos, con el fin de que las emisiones de contaminantes estén dentro de los límites máximos permisibles establecidos en esta norma.
Durante todas las fases del proyecto se utilizarán automóviles y camionetas para el transporte de materiales y personal y equipo, por lo que se tendrá en todo momento generación de gases contaminantes.	NOM-045-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	El contratista deberá aplicar un estricto programa a través del cual se controle en todo momento los periodos de verificación y mantenimiento de los vehículos, con el fin de que las emisiones de contaminantes estén dentro de los límites máximos permisibles establecidos en esta norma.
Durante todas las fases del proyecto se utilizarán automóviles y camionetas para el transporte de materiales y personal y equipo, por lo que se tendrá en todo momento generación de gases contaminantes.	NOM-050-SEMARNAT-2018 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	El contratista deberá aplicar un estricto programa a través del cual se controle en todo momento los periodos de verificación y mantenimiento de los vehículos, con el fin de que las emisiones de contaminantes estén dentro de los límites máximos permisibles establecidos en esta norma.
Durante la etapa de construcción se generarán residuos industriales como son estopas trapos impregnados con hidrocarburos, pintura, aceite y materiales absorbentes, aceites gastados, sobrantes de electrodos, de tubería.	NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	El Contratista encargado de la ejecución del proyecto capacitará al personal para la identificación y clasificación primaria de los residuos generados de forma que tengan estas características deberán ser almacenados en contenedores temporales por separado, su disposición final estará a cargo de una empresa recolectora quien deberá cumplir con las especificaciones de la normatividad vigente.
SEGURIDAD.	NOM-001-SESH-2014. Plantas de distribución de gas L.P., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. Compila todos los procedimientos, técnicas y metodologías bajo las cuales se deberá diseñar y construir una planta de distribución de gas L.P., siendo una parte importante la seguridad para el ser humano y la infraestructura que comúnmente se encuentra.	El proyecto se desarrollara estrictamente bajo lo establecido en esta norma, la distancia de la tangente del tanque de almacenamiento a cualquier infraestructura urbana será como mínimo de 100 m

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Adicionalmente a las normas citadas anteriormente, las obras y actividades para la instalación de la red de suministro y distribución de gas natural se ejecutarán bajo las siguientes normas:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización).

NMX-B-177-1990. Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados, por inmersión en caliente.

NMX-CH-26-1967. Calidad y funcionamiento de manómetros para gas L.P. y natural.

NMX-CH-36-1994-SCFI. Instrumentos de medición –aparatos para pesar– Características y cualidades metrológicas.

NMX-L-1-1970. Gas licuado de petróleo.

NOM-021/2-SCFI-1993. Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamientos por medios artificiales para contener gas L.P., tipo no portátil destinados a plantas de almacenamiento para distribución y estaciones de aprovisionamiento de vehículos.

NOM-021/3-SCFI-1993. Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener gas L.P., tipo no portátil para instalaciones de aprovechamiento final de gas L.P., como combustibles.

NMX-X-13-1965. Válvula de retención para uso en recipientes no portátiles para gas L.P.

NMX-X-29-1985. Mangueras con refuerzos de alambre o fibras textiles para gas L.P.

NMX-X-31-1983. Válvulas de paso de vapor y aire de gas natural o L.P.

NMX-X-4-1967. Calidad y funcionamiento para conexiones utilizadas en mangueras para la conducción de gas natural y L.P.

NOM-018/1-SCFI-1993. Distribución y consumo de gas L.P.— recipientes portátiles y sus accesorios para contener gas LP., parte 1, recipientes.

NSPM A1-1 Inspecciones y mantenimiento a extintores.

I.1.1 Proyecto Civil.

El objetivo principal de las bases de Diseño Civil-Estructural para el proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P., es la definición de las bases y lineamientos de diseño del proyecto de acuerdo a la NOM-001-SESH-2014.

Estas bases de diseño estructural son aplicables para el diseño de todas las estructuras de concreto y acero de edificios administrativos, soportes para tuberías, plataformas de operación, cimentaciones de equipos y estructuras, fosas, pasos inferiores, tanque de almacenamiento, entre otros, que conforman las instalaciones de la planta de distribución de gas L.P. y estación de servicio de gas L.P. para carburación.

El documento se elabora en cumplimiento de la LGEEPA y con los criterios de las **Normas Oficiales Mexicanas "NOM-001-SESH-2014, PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN" NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEDG-2004, ESTACIONES DE GAS L. P. PARA CARBURACIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2018, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN), publicadas en el D.O.F., el día 22 de octubre de 2014, el 28 de abril de 2005 y el 29 de noviembre de 2012 respectivamente.**

Planta de Distribución.

Proyecto Civil. (Arreglo General del Sistema)

1. Urbanización.

Áreas de Circulación:

Todas las áreas libres se mantienen limpias y despejadas de objetos extraños a la planta, conservándose las zonas de circulación para vehículos y almacenamiento terreno consolidado a base de piedra triturada en capas de 20 cm. tierra y sobre esto terminación de carpeta asfáltica y concreto hidráulico.

Las áreas destinadas para estacionamientos de los auto-tanques y vehículos de reparto propiedad de la empresa tienen una terminación de tierra y grava compactada y terminación de carpeta asfáltica.

Las zonas de circulación tienen una amplitud mínima de 9.00 m para que el movimiento de vehículos sea libre y seguro.

Acceso:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Para la parte Sureste se cuenta con un acceso con claro de 8.00 m. utilizándolo para entrada y salida de vehículos, propiedad de la empresa. También se cuenta con una salida de emergencia por el lado Suroeste con claro de 6.00 m. como se indica en el plano.

Delimitación:

El perímetro de la Planta de Distribución de Gas L.P., que se encuentra en Zona no Urbana, está delimitada por cerco de malla tipo ciclón con 2.20 m. de altura, los accesos con puertas metálicas, la salida de emergencia con puerta de malla ciclónica, las cuales impiden el paso a personas y vehículos no autorizados.

Estacionamientos:

La zona destinada para estacionamiento de vehículos de reparto propiedad de la empresa, se localiza junto al área destinada para oficinas de la Planta, localizado de tal forma que no interfieran con la libre circulación de la planta, su piso es de tierra y grava compactada con terminación de carpeta asfáltica y cuenta con las pendientes adecuadas para el desalojo de las aguas pluviales. También se encuentra protegido en su totalidad por la red de hidrantes.

2. Talleres.

Esta Planta cuenta con un área distinta a la destinada para la planta, con Taller Mecánico para reparación de vehículos de reparto y auto-tanques propios de la empresa, el cual se localiza a una distancia de 159.80 mts., de la parte más cercana al recipiente de almacenamiento y estará construida en su totalidad por materiales incombustibles y no tendrá fosas para revisión de los mismos.

3. Zonas de protección.

La zona de protección del recipiente de almacenamiento de Gas L.P., bombas y compresores, es a base de zapata corrida perimetral, muros de block de .20x.20x.40 armados y rellenos de concreto formando una plataforma con una altura mínima de 0.6 m. a nivel piso terminado, su piso es relleno de tierra compactada con terminación de concreto armado con malla electrosoldada y un espesor mínimo de 10 cm, su guarnición perimetral es de concreto armado, el piso cuenta con desagüe apropiado para la salida de las aguas pluviales.

4. Bases de sustentación del tanque de almacenamiento.

El proyecto contará con 1 (uno) recipiente de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales serán soportados sobre una base de concreto armado cuyo diseño y dimensionamiento permitan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación y soportar su peso al 100% de su capacidad base agua.



5. Muelle de llenado.

El muelle de llenado de recipientes transportables, se localiza en el lado Sur del recipiente de almacenamiento y a una distancia de 7.00 mts., está construido en su totalidad con materiales incombustibles; lo conforman: una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto armado; su techo tiene una altura mínima de 3.50 m sobre el NPT de la plataforma y cubre toda su área, armado con lámina y estructura metálica soportada por columnas, zapatas aisladas y través de liga de concreto armado, con las siguientes dimensiones:

Sus dimensiones son las siguientes:

Largo	18.00 m.
Ancho	7.00 m.
Altura del piso	1.05 m.
Altura de techo	3.05 m.
Superficie	126.00 m. ²



La zona del muelle de llenado de recipientes transportables es a base de zapata corrida perimetral, muros de block de .20X.20X.40 armados y rellenos de concreto, formando una plataforma con una altura de 1.05 mts., a nivel piso terminado y contando con un muro divisorio

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

entre el almacenamiento y el área de llenado, su piso es relleno de tierra con terminación de concreto armado con un espesor de 0.15 cm. El muelle cuenta en sus bordes perimetrales con protección de ángulo de fierro y canal del mismo material donde están colocados topes de hule para evitar la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo, cuenta con amplia ventilación y las siguientes áreas, que se pueden ver en el plano civil:

- a) En la planta de distribución el llenado de recipientes transportables, cuenta con un área de descarga de recipientes transportables al lado derecho de la zona de almacenamiento con una superficie de 33.80 mts. ²; construida como se describe en el párrafo anterior.
- b) La zona de revisión de recipientes transportables, cuenta con una superficie de 13.33 mts.², al mismo lado del área de descarga, de la planta de distribución de Gas L.P., donde se da cumplimiento a la revisión de pre-llenado establecida en la NOM-011/1-SEDG-1999, vigente, “Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso”, calificando cada recipiente a fin de determinar su estado físico y si se encuentra en estado seguro, que no impida su operación, separando aquellos que necesitan reparación y aquellos que sean rechazados, trasladándolos a las áreas de reparación en su caso o a la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, existentes.
- c) La zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados existente en la planta de distribución, cuenta con una superficie de 12.25 mts. ², con piso de concreto hidráulico para evitar el contacto directo con la tierra.
- d) Área de carga de cilindros transportables, con una superficie de 33.80 mts. ² se encuentra en el muelle de llenado de recipientes transportables que contienen Gas L.P., a presión, y que, por sus características de seguridad, peso y dimensiones, una vez llenado, debe ser manejado manualmente por personal capacitado para llevar a cabo la distribución para su consumo final.

6. Edificios:

En las edificaciones en el interior de la planta de distribución están construidas en su totalidad con materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores, tales como oficinas y área de servicios sanitarios, ocupando una superficie de 70.93 m²., siendo sus muros de block de concreto, su techo de losa de concreto armado, sus puertas y ventanas son metálicas. Estas construcciones se ubican sobre el lindero Sur tal y como se muestran en plano civil de la planta de distribución, a una distancia mayor de 15.00 mts., de las zonas de trasiego y del tanque de almacenamiento.

7. Servicios Sanitarios:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Se cuenta en esta Planta con un área de servicios sanitarios para el personal obrero mismos que están contruidos en su totalidad con materiales incombustibles, son de cobre rígido y otros tubos de desagüe general de PVC de 5 a 10 cm. de diámetro.

El servicio para el personal obrero cuenta con dos regaderas, dos tazas, dos lavabos, un mingitorio general, cuyas conexiones.

El agua utilizada es proporcionada por un circuito hidráulico controlado con un hidroneumático alimentado con agua confinada en la cisterna usada en los servicios de limpieza y área de sanitarios, el agua es abastecida por camión-pipa, procedentes de norias particulares o ejidales del lugar.

El drenaje de las aguas negras está conectado por medio de tubos de P.V.C. de 15 cm. de diámetro, contando con los registros adecuados, con una pendiente del 2% a la cisterna tal como se muestra en el plano.



Biodigestor:

Los Biodigestores: Son un sistema ecológico que no contamina mantos freáticos, lagos ni ríos, no necesita gasto de mantenimiento ya que es autolimpiable, no se fisura ni tiene filtraciones; sustituye de manera eficiente el uso de fosas sépticas haciendo un tratamiento primario de aguas negras. Se contará con estos registros para descarga de la sedimentación y accesos a los mismos, su construcción será a base de muro de piedra de corte, para la colocación del biodigestor autolimpiable.

Las capacidades como su construcción estarán acordes con el mecanismo que deben tener para la sedimentación, fermentación, oxidación y absorción de pequeños volúmenes de aguas negras de las instalaciones sanitarias.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Los Bio Digestores serán diseñados para un número de personas con un periodo de 8 horas de trabajo diario y será la siguiente:

El Bio digestor de 3,000 lts = 25 Personas.

8. Cisterna.

La cisterna se encuentra localizada al Este del recipiente de almacenamiento a una distancia de 24.72 mts.

La capacidad del aprovisionamiento de agua para el sistema contra incendio está justificada en el cálculo hidráulico que se menciona en el capítulo del proyecto contra incendio y seguridad.

Las dimensiones de la cisterna son:

Ancho interior: 3.50 mts. Largo: 8.50 mts.

Profundidad: 2.10 mts.

Capacidad de agua al 100 % = 62,475.00 lts.

La descripción constructiva es la siguiente según el diseño respectivo. Es en base a losa de cimentación, muro de contención y seccionado con columnas en claros cortos, la losa es de nervadura con dos trabes, el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo impermeabilizante, su protección interior con un sellador epóxico comercial tipo epoxín 501 terracota.

9. Cuarto de Bombas.

Esta área se localiza al Este del recipiente de almacenamiento construida en su totalidad con materiales incombustibles, siendo de block de concreto los muros, de concreto armado la losa y puerta metálica, cuenta con amplia ventilación. En su interior se encuentran instaladas las motobombas del Sistema de Enfriamiento y del Sistema de Hidrantes.

Las motobombas se encuentran sobre bases de concreto fijas con anclaje para que no vibren.

La motobomba eléctrica Modelo 4x5x9A Tipo 361, Succión 5", descarga 4", en materiales Fierro Fundido para la carcasa y el impulsor, con motor Eléctrico de 40 HP a 3500rpm 60/3/220-440 Volts; tiene su arrancador termomagnético, así como el interruptor magnético y la botonera de paro y arranque dentro del mismo cuarto al alcance del operador.

La motobomba de combustión interna Modelo 4x5x9A Tipo 861, Succión 5", descarga 4", en materiales Fierro Fundido para la carcasa y el impulsor, con motor de Combustión interna de 46 HP a 3000 rpm, con 1 batería, juego de cables, tanque de combustible, con Tablero de Instrumentos y llave de encendido, se opera desde el mismo centro de bombas, el tanque de diésel se encuentra situado y acondicionado de tal manera que no presenta peligro.

Cuenta con iluminación artificial con lámparas fluorescentes y 100% natural por la posición y alturas del cuarto. El área se mantiene limpia y despejada de objetos extraños.

Tiene extintor de polvo químico ABC con capacidad de 9 kg., y de CO2 con capacidad de 9 Kg.



10. Cobertizos de maquinaria.

En esta Planta se contará con cobertizos en las áreas de recepción y suministro los cuales son metálicos en su totalidad, siendo sus techos de lámina, soportados por columnas metálicas, estos cobertizos sirven para proteger de la intemperie el equipo de mangueras ahí instaladas.

11. Accesos:

Por el lado Sureste se contará con un acceso integral de 8.00 mts., utilizados para la entrada y salida de vehículos propiedad de la empresa y personas. Por el lado Suroeste se cuenta con una salida de emergencia con claro de 6.00 mts.

I.1.2 Proyecto Mecánico.

Para el proyecto mecánico se desarrolla una memoria técnica descriptiva en la que se definen los requerimientos mínimos de los equipos que se usarán en la Planta de Distribución de Gas L.P. Refinería. Esta memoria hace una descripción general del diseño y construcción de los equipos que serán instalados en la planta de distribución, los detalles constructivos de los equipos se deberán incluir en las hojas de datos en cada equipo.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Asimismo, se incluye en la memoria técnica descriptiva todos los equipos que intervendrán en el proceso, así como los tanques de almacenamiento.

La memoria técnica descriptiva señala todos los equipos, explica la constitución física de los mismos en forma detallada, define los requisitos de ingeniería mínimos necesarios, los códigos que amparan el diseño y fabricación, el material de construcción, inspecciones, pruebas, certificación y demás requisitos que deben cumplir los equipos que intervienen en el proceso del proyecto.

En el Anexo B se encuentran los documentos propuestos del proyecto mecánico para la Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación.

Proyecto Mecánico.

1. Recipiente de almacenamiento:

Recipiente de Almacenamiento. Es de tipo intemperie y en su fabricación cumplen con la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente a la fecha de su fabricación, por Tanques Trinity, S.A. (TATSA) cuenta con su domicilio de esta empresa, y con su placa de identificación, con entrada pasa hombre y certificado de fabricación; así como las entradas y salidas del líquido y vapor, las cuales están ubicadas en su parte inferior, así como la válvula dren para el caso de su mantenimiento interior y cuenta con los dispositivos de seguridad y medición; con las siguientes características:

- a) El recipiente de almacenamiento que se instalara cuenta con las siguientes especificaciones:

CONSTRUIDO POR:	TATSA
OT (Cert. Fab.)	27826
NORMA DE FABRICACIÓN	NOM-012/2-SEDG 2003
AÑO DE FABRICACIÓN	2007
CAPACIDAD LTS. DE AGUA	93,000 LTS
No. SERIE	TP-2036
DIAMETRO NOMINAL	2.67.8 M.
LONGITUD TOTAL	17.88 M.
FACTOR DE SEGURIDAD	4
PRESIÓN DE DISEÑO	17.50 KG/CM ²
PRESIÓN MAXIMA DE VAPOR	15.18 KG/CM ²
FORMA DE CABEZAS	SEMIESFERICAS
RADIOGRAFIADO DE CUERPO Y CABEZAL	100%
COPLES	210 KG/CM ²
TARA	17,888 KG
ESPESOR LAMINA CUERPO	14.40 MM
ESPESOR LAMINA CABEZAS	8.00 MM
FECHA DE ULTRASONIDO	

- b) El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

1. Un medidor magnético para nivel de líquido de 63.50 mm de diámetro, con un medidor MAGNETEL carátula de 8" Modelo TP 10513.
2. Un manómetro con escala de 0-21 kg/cm² de 64.00 mm de diámetro, Mca. Metrón.
3. Un termómetro con graduación de – 50 °C a +50 °C de 76.00 mm de diámetro, Marca Fisher.
4. Dos válvulas de máximo llenado de 6.4 mm. de diámetro, localizada una al 90% y la otra al 85% del nivel total del tanque. Marca REGO Modelo 3165.
5. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca Rego, Modelo A7539v6 de 76 mm. de diámetro, con capacidad de 946.25 L.P.M. (250 G.P.M.) c/u.
6. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca REGO, Modelo A3292C de 51.0 mm. de Ø, con capacidad de 461.77 L.P.M. (122 G.P.M.).
7. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas - Vapor de 51.0 mm Ø, Marca REGO Modelo A3292C capacidad de 926.0 m³/hr. cada una. (37,600 ft³/hra).
8. Seis medios coples para control en la entrada y salida del Gas Líquido y Vapor, siendo dos de 76 mm. (3") de diámetro y cuatro de 51 mm. (2") de Ø.
9. Una conexión soldada al tanque para cable a tierra, la que consiste en un alambre de cobre calibre No. 8 unido con una varilla “cooper weld” de 3.00 mts, de largo enterrada, conectada a la red general de tierra.
10. Un aditamento multiport CMS Modelo 5850A, con 4 válvulas de seguridad de 64 mm. (2½") marca CMS, Modelo VRP.250, las cuales están acopladas a una brida de cuello realzado de 102 mm (4") Ø.
11. Cada una con un tubo de desfogue con altura de 2.00 mts., el cual tiene un capuchón en el extremo superior del mismo diámetro del roscado de cada válvula; lo cual hará posible en caso de apertura de algunas de las válvulas de seguridad, la descarga a la intemperie; entre el tubo y la válvula de seguridad existe un punto de fractura para que en el caso de fractura del tubo no se afecte el mecanismo de la válvula.

2. Maquinaria.

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego son las siguientes:

a) Bombas.

Numero	1	2
Operación:	Llenado de Recip. Transp.	Llenado de Autotanques.
Marca	Blackmer	Blackmer
Modelo	LGL-D21	LGL-D21
Motor Eléctrico.	5 H.P.	5 H.P.
R.P.M.	1750	1750
Capacidad Nominal	189 L.P.M (50 G.P.M)	189 L.P.M (50 G.P.M)
Presión Diferencial de Trabajo (Máxima).	3.00 Kg/cm ² .	3.00 Kg/cm ² .

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Tubería de Succión.	51 mm (2") de diámetro.	51 mm (2") de diámetro.
Tubería de Descarga.	76 mm (3") de diámetro.	76 mm (3") de diámetro.



b) Compresor.

Numero	1.y 2
Operación:	Descarga de semirremolque.
Marca	Blackmer
Modelo	491
Motor Eléctrico.	15 H.P.
R.P.M.	640
Capacidad Nominal	560 L.P.M (148 G.P.M)
Desplazamiento.	61.20 m ³ /hr
Tubería de gas - líquido.	76 mm (3") de diámetro
Tubería de gas - vapor.	51 mm (2") de diámetro

Las bombas y compresoras se encuentran ubicadas dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento de 0.60 m. de altura y cumplen con las distancias mínimas reglamentarias. La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor está a una altura mínima de 2.5 m. sobre N.P.T.

Cada bomba o compresor, así como sus motores se encuentran instalados a una base metálica, las que a su vez están ancladas con concreto para evitar la transmisión de vibraciones de la tubería.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y compresora son las apropiadas para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga; y se tienen conectados al sistema general de tierras para descarga de energía electrostática.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

3. Tuberías y conexiones.

Toda la tubería empleada en la instalación es de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 7 kg/cm² y en donde se requieran conexiones roscadas, éstas serán para una presión de trabajo de 140 a 210 kg/cm² y con tubería de acero cédula 80 y cumplen con la NMX-B-10-1990.

Las tuberías sin excepción se encuentran colocadas sobre soportes metálicos y protector de hule neopreno fijadas con abrazaderas tipo grapa y así evitar el esfuerzo y la flexión de las mismas y separadas más de 5 cm, y 10 cm, a NPT.

Los diámetros de las tuberías instaladas son los siguientes:

- En la conducción de gas - líquido de las tomas de recepción de semirremolques al almacén se tiene una línea de 76.0 mm. (3") de diámetro.
- La tubería del recipiente de almacén a las bombas es de 76.00 mm. (3") de diámetro con reducción a 51.00 mm (2") y de éstas al suministro de Auto-tanques y múltiple de llenado será de 51.00 mm. (2").
- Las tuberías que conducen gas - vapor son de 51.00 mm. de diámetro (2") las de recepción de semirremolques; de 51.00 mm. (2") de diámetro la de suministro de Auto-tanques.
- Las tuberías usadas para el retorno de gas-líquido de las bombas y del múltiple de llenado es de 51.0 mm (2") de diámetro.
- En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos que pudiera existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas e cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.0 kg/cm² y una capacidad de descarga de 21 m³/min. y de 13 mm (½") de diámetro.

4. Mangueras:

Todas las mangueras utilizadas para conducir Gas L.P., construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., de 25 mm de diámetro sin costura y cumplen con la NMX-X-029/1-SCFI-2017, en la materia, se cuenta con manguera protegidas contra daños mecánicos; están diseñadas para una presión de trabajo de 17.37 kg/cm² y una presión de ruptura de 140.00 kg/cm². Se instalaron mangueras en el múltiple de llenado para cilindros y en las tomas de recepción y suministro; estando éstas últimas protegidas contra daños mecánicos

5. Muelle de llenado:

La instalación cuenta con una línea principal con múltiple de llenado, la línea principal está construida con tubería de acero cédula 40 sin costura para alta presión de 51.00 mm (2") de diámetro. Se encuentra debidamente soportado y cuenta con un manómetro con graduación de

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

0 a 21 kg/cm², válvulas de seguridad, así como de cierre manual general y para retorno de líquido.

La sección de múltiple de llenado cuenta con 10 salidas para el llenado de recipientes transportables de 13.00 mm. (½") de diámetro, cada salida contará con los siguientes accesorios:

Cada salida contará con los siguientes accesorios:

- Una válvula de globo de 13 mm. de diámetro.
- Una válvula de llenado automático (Solenóide) de 13 mm.
- Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm. de diámetro.
- Una válvula de cierre rápido de 13 mm. Por 6.4 mm de diámetro.
- Un conector especial para llenado Punta Pool con maneral de 6.40 mm. de diámetro y su debida protección.

6. Basculas de llenado y de repeso.

Esta Planta cuenta con 10 básculas tipo plataforma, con un sistema computarizado (Troya) para llenado exacto de cilindros con capacidad de 0 continuo a 300 kg., mismas que son usadas para el control de peso en el llenado de recipientes portátiles con su sello correspondiente, siendo del tipo aprobado por la Dirección General de Normas de la SECOFI. Están colocadas en huecos especiales en el piso permanentemente conectadas al sistema de "tierras" para la descarga de energía electrostática.

Marca	Revuelta Maza
Tipo	Electrónica.
Modelo	RP-3G
Reg.	De 0 continuo a 300 Kg. cada una

Sus números de serie son: 22151C, 22149C, 23096C, 22150C, 23093C, 23094C, 22151C, 22149C, 23096C, 22150C tipo plataforma, con un sistema computarizado (TROYA) para el llenado exacto de recipientes transportables con capacidad de 0 continuo a 300 kg., mismas que son usadas para el control de peso, con su sello correspondiente de verificación PROFECO y dictamen de la Unidad de Verificación, siendo aprobadas por la NOM-010-SCFI-1994. Están colocadas en huecos especiales en el piso permanentemente conectadas al sistema de "tierras" para la descarga de energía electrostática.

El muelle de llenado cuenta con una báscula repeso de recipientes transportables, tipo plataforma Electrónica con No. de serie 68836C y capacidad para 100 kg. Igualmente, conectada a tierra.

7. Sistema para vaciado de gas de los recipientes transportables.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

La planta contará con un sistema para el vaciado de Gas, L.P. de recipientes portátiles, el cual consta de un tanque tipo estacionario con una capacidad adecuada, ubicado junto a el muelle de llenado; contando con los aditamentos necesarios y se interconecta a la maquinaria de trasiego cuando las condiciones de operación de la planta lo permitan. Este sistema cuenta además de un múltiple con dos salidas conectadas al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica, adecuada para el precipitado de Gas L.P. de los recipientes portátiles por gravedad.



La tubería del sistema de vaciado de Gas L.P. es de acero cédula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm², la tubería para drenar los recipientes será de 32 mm (1 ¼") de diámetro y la de desfogue de 19 mm (3/4") de diámetro. Los accesorios a instalarse serán del mismo diámetro de las tuberías en que se encuentran instaladas. Las mangueras que se usan son especiales para Gas L.P., construidas con hule neopreno con doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.00 kg/cm² y de ruptura de 140.00 kg/cm².

Las mangueras que se usan son especiales para Gas L.P., construidas con hule neopreno con doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm² y de ruptura de 140.00 kg/cm².

8. Tomas de recepción y suministro.

a) Tomas de recepción

Por el lado Este del recipiente de almacenamiento se localizan las tomas de recepción de Gas L.P. en Semirremolques, sobre una Plataforma de concreto, la cual cuenta con estructura metálica, lámina galvanizada y columnas también metálicas a una distancia de más de 5.40 mts., del almacenamiento

La tubería usada para la recepción de Transporte-tanques, para la conducción de Gas Líquido es de 76 mm. (3") de Ø, reduciéndose antes de llegar a la toma a 51 mm. (2") de diámetro, que cuenta en su boca terminal con un punto de fractura, un adaptador para conexión de la

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

manguera, una válvula tipo globo, un indicador de flujo (ojo de buey) y una válvula de exceso de flujo, del mismo diámetro de la tubería que los contiene.



b) Tomas de suministro:

Las tomas de suministro para suministro de auto-tanques se localizan por el lado Noreste del recipiente de almacenamiento, y para su mayor protección se tienen sobre la zona de protección de 0.60 mts., de altura. La toma más cercana se tiene a una distancia de más de 5.74 mts. del tanque.

La tubería conductora de Gas LP del tanque a las bombas es de 76 mm. (3") de $\varnothing$ y de éstas al suministro de auto-tanques será de 51mm. de diámetro, contando en la boca terminal con un punto de fractura, un adaptador para conexión de manguera, una válvula de tipo globo, una válvula de exceso de cierre automático de igual diámetro a la tubería que las contiene.

Tanto en la línea de líquido como en la de vapor se cuenta con una válvula de acción remota neumática de 51 mm. (2") de diámetro y tanto en las tomas de recepción como las de suministro, se cuenta con una pinza especial tipo caimán con cable eléctrico, para conectar a tierra los vehículos en el momento de trasiego de Gas L.P.

9. Controles manuales y automáticos.

a) Controles Manuales:

Para el control de flujo de Gas L.P. en sus estados líquido y vapor se tienen instaladas válvulas de globo de cierre manual especiales para Gas L.P. diseñadas para una presión de trabajo de 28.00 kg/cm² las cuales permanecerán "abiertas" o "cerradas" según el sentido de flujo que se requiera.

b) Controles automáticos:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 38.1 mm. (1½") de diámetro para retorno de gas líquido a los tanques de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y estarán calibradas para una presión de apertura de 5.00 kg/cm².

OBRA MECÁNICA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN.

1. Recipiente de almacenamiento.

El recipiente de almacenamiento es de 4,913 Lts. al 100% especial para Gas L.P. del tipo intemperie cilíndrico horizontal. El cual se localiza de tal manera que cumplen con las distancias mínimas normativas; se instalara sobre zapatas de concreto y estructura metálica en forma tal que permite desarrollar sus movimientos de contracción y dilatación. Su zona de protección es a base de plataforma con una altura de 0.60 m. Piso de concreto de 10 cm. de espesor. Al costado del recipiente se encuentra una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo y facilitar la lectura de los instrumentos de medición.

a) El recipiente tiene las siguientes características:

CONSTRUIDO POR:	TATSA
NORMA DE FABRICACIÓN	NOM 012/3 SEDG 2003
AÑO DE FABRICACIÓN	2011
CAPACIDAD LTS. DE AGUA	4,930 LTS
DIAMETRO EXTERIOR	118.7 CM.
PRESIÓN DE TRABAJO	17.58 KG/CM ²
FACTOR DE SEGURIDAD	4
FORMA DE CABEZAS	SEMIELÍPTICAS
EFICIENCIA	100%
ESPESOR PLACA CABEZA	6.88 MM
ESPESOR PLACA CUERPO	6.90 MM
LONGITUD TOTAL	4.759 CM
TARA	1,081 KG

b) El recipiente contará con los siguientes accesorios:

- Medidor magnético para nivel de líquido Marca REGO de 38.1 mm. de diámetro.
- Una válvula de máximo llenado Marca REGO de 6.4 mm. (¼") de diámetro, al 90% del nivel del recipiente.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Líquido de 51 mm. (2") de diámetro, modelo A3292C 122 G.P.M., marca REGO.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Vapor de 19 mm. (¾") de diámetro, modelo A3272C 20 G.P.M., marca REGO.
- Una válvula no retroceso para retorno de Gas de 32 mm. (1 1/4") de diámetro, modelo A33176, marca REGO.
- Una válvula de relevo de presión de 32 mm. (1 1/4") de diámetro, modelo 8685G 250 PSI 4,035 SCFM/Aire marca REGO.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- Una válvula de exceso de flujo para Gas Líquido (dren) de 19 mm. (3/4") de diámetro, modelo A3272C de 20 G.P.M., marca REGO.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Líquido (llenado) de 32 mm. (1 1/4") de diámetro, modelo A3282C de 50 G.P.M., marca REGO.
- Conexión soldada a la placa de refuerzo para conexión a tierra.

Las válvulas de exceso de flujo cumplen con la Norma vigente en la materia.

2. Maquinaria.

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego son las siguientes:

a) Bombas.

Numero	3
Operación:	Llenado de recipientes para carburación.
Marca	Blackmer DV-TLGLD2E
Motor Eléctrico.	5 H.P.
R.P.M.	520
Capacidad Nominal	189 L.P.M (50 G.P.M)
Presión Diferencial de Trabajo (Máxima).	5.00 Kg/cm ²
Tubería de Alimentación.	51 mm (2") de diámetro.
Tubería de Descarga.	51 mm (2") de diámetro.

La bomba se localiza dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento y cumple las distancias Normativas.

La bomba con su motor se encuentra instalada sobre base de concreto anclado en su parte metálica (base).

El motor acoplado a la bomba es apropiado para operar en atmósfera de vapores combustibles y cuenta con interruptor automático de sobrecarga; y está conectado a la "Red de Tierras".

3. Tubería, conexiones y mangueras.

Las tuberías que conducen el Gas L.P. y se interconectan a la maquinaria, es de acero negro sin costura, cédula 40 soldable, las bridas de conexión son de clase 300 lbs. con empaques de asbesto comprimido, también existen pequeños tramos de tubería cédula 80 roscado sin costura con conexiones para 140 kg/cm² utilizándose sellantes de teflón.

Las tomas que integran las tomas de recepción y las tuberías que integran las tomas de suministro a carburación corren sobre el nivel de piso terminado, soportadas por ángulo metálico y abrazaderas; respetando las tuberías un claro mínimo de 10 cm. en cualquier dirección.

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 tiene instalado válvulas de seguridad de alivio de presión hidrostática, calibradas para una presión de apertura de 26.75 kg/cm², de 13 mm. (½") de diámetro, que se tienen protegidas contra el intemperismo.

Todas las mangueras utilizadas para conducir gas L.P. que se tienen instaladas son especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del gas L.P., cumpliendo con las especificaciones de la Norma vigente en la materia, se cuenta con manguera en la carga para carburación y está protegida contra daños mecánicos; en la tubería de alimentación de la bomba se tiene conector flexible para absorber vibraciones, contracciones y dilataciones por los cambios bruscos de temperatura, y son de material metálico con una longitud menor de 1 m.

4. Tomas de recepción.

Para la descarga de Auto-tanques, se tiene un juego de tomas localizada al Norte del recipiente a una distancia de 1.00 m.

La tubería para conducir Gas Líquido es de 32 mm. (1 1/4") de diámetro, partiendo desde la salida el tanque de Almacenamiento hasta llegar a la toma de recepción

La tubería se encuentra protegida en todo su recorrido por la zona de protección del recipiente que tiene una altura mínima de 0.60 m., para control y seguridad del sistema, la toma de Gas Líquido cuenta con válvula de paso de acción manual, válvula de llenado (doble no retroceso), válvula de seguridad de relevo hidrostático, la toma permanecerá anclada a un marco de acero estructural, anclado al piso y con dado de concreto. Existen retranscas y cable para conexión a tierra.

5. Toma de carburación.

Para el suministro de recipientes de Carburación se tiene hacia el frente de las instalaciones por el Lindero Oeste, las tuberías y conexiones parten del recipiente de Gas L.P. hasta alimentar el equipo de bombeo, la que a su vez impulsa el gas hasta el medidor que se encuentra instalado en el área de suministro. El medidor se encuentra sobre base metálica, dentro de un gabinete UDS, antes del medidor tienen una válvula de cierre manual; en la salida del medidor tramo de manguera especial para Gas L.P. y en el extremo válvula de control con acoplador de llenado, todos estos de 25 mm. (1") de diámetro.

Para su mayor protección el gabinete UDS se encuentra fijo al piso de la isleta, cuenta además con un gancho especial para recibir la manguera, existe un cable con pinza especial para conexión a "tierra" a vehículos en el momento de efectuar el trasiego de Gas L.P.

6. Controles manuales y automáticos.

Controles Manuales:

Para el control de flujo de Gas L.P. en sus estados líquido y vapor se tienen instaladas válvulas de globo de cierre manual especiales para Gas L.P. diseñadas para una presión de trabajo de 28.00 kg/cm² las cuales permanecerán "abiertas" o "cerradas" según el sentido de flujo que se requiera.

Controles automáticos:

A la descarga de cada bomba de 3" se cuenta con un control automático de 51 mm (2") de diámetro y para la bomba de 2" con uno de 1¼ para retorno de gas líquido a los tanques de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y estarán calibradas para una presión de apertura de 5.00 kg/cm².

Conectores Flexibles:

Se instalarán en las tuberías de alimentación de las bombas y en las tuberías de recepción de Gas L.P. elastómeros metálicos, con longitud de 0.50 m. por el diámetro de la tubería.

Filtros:

Existen filtros en las tuberías de alimentación de las bombas y en las tuberías de recepción de Gas L.P. a los tanques, con el objeto de evitar el paso de partículas sólidas al interior de los cuerpos de las bombas dañándolas y por lo mismo evitar el paso de partículas extrañas a los tanques de almacenamiento, en su instalación se contempla el adecuado mantenimiento y limpieza.

Manómetros:

Se encuentra instalado uno en el múltiple de llenado, está calibrado de 0 a 21 kg/cm² con válvula de aguja para control, su carátula tiene un diámetro de 6 cm.

I.1.3 Proyecto Sistema Contra Incendios.

La Planta de Distribución de Gas L.P. contará con sistemas de seguridad con tecnología de punta para salvaguardar la integridad de las personas, del medio ambiente y de las instalaciones.

Los sistemas de seguridad en la La Planta de Distribución de gas L.P.

Sistemas Activos.

Sistemas Pasivos.

Seguridad y Orientación al Personal.

Instalaciones.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Los sistemas de seguridad deben estar fundamentados en la Identificación de los escenarios de incendio y explosión, en su evaluación y en el análisis de su magnitud para poder minimizar los daños potenciales.

Sistemas Activos.

Los sistemas activos de protección contra incendio son aquellos que implican una acción directa en la utilización de instalaciones y medios para la protección y lucha contra incendios

La Planta de Distribución de Gas L.P., tendrá los siguientes sistemas activos contra incendio;

- Equipo portátil. - Extintores.
- Sistemas de protección por medio de agua.
- Sistema de hidrantes.

Sistema de Supresión de Incendios. - Se tendrán sistemas de supresión de incendios con agente con CO₂ para proteger el cuarto eléctrico.

Sistema de Gas y Fuego. - Este sistema estará compuesto por, alarmas manuales por fuga y fuego, alarmas manuales de abandono de instalación, alarmas audibles.

Sistema de Agua Contra Incendio. - Este sistema estará compuesto por una fuente de suministro de agua, bombas de agua contra incendio, red de agua contra incendio, la que estará compuesta por tuberías y accesorios, hidrantes de agua contra incendio, gabinetes con mangueras.

Sistema contra incendio.

La planta contará con un sistema contra incendio, mismo que estará diseñado conforme a los requerimientos de la planta, este sistema se detallará a continuación.

Sistemas auxiliares (alarmas, sistemas de comunicación, rociadores, antichispas, etc.).

Las alarmas a instalar serán del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta de Distribución de Gas L.P., con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente eléctrica CA 127 V.

1. SISTEMAS CONTRA INCENDIO:

La planta de distribución de Gas L.P., como medida de seguridad y prevenir alguna contingencia, tiene instalados extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre el recipiente de almacenamiento y un sistema de hidrantes.

a) CANTIDAD Y CAPACIDAD DE EXTINTORES Y SU DISTRIBUCION.

UBICACION	f UNIDAD DE	NO. EXTINTOR 9 KG	NO. EXTINTOR CARRETILLA	DE	NO. EXTINTOR 9 y 4.5 KG
-----------	----------------	-------------------------	-------------------------------	----	-------------------------------

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

	RIESGO	ABC	70, 60 o 50 KG. ABC	CO ₂
Tomas de recepción	0.3	1 por cada toma 2		
Tomas de carburación de autoconsumo	0.3	1 por cada toma 1		
Tomas de suministro	0.3	1 por cada toma 1		
Muelle de llenado para recipientes transportables	0.3	1 por cada 5 llenaderas 2		
Sistema de sellado (f/c)	0.3	n/a		
Zona de almacenamiento	0.3	1 por cada recipiente 1	1 de 70 kg.	
Bombas y compresores para Gas L.P.	0.3	1 por cada equipo 3		
Sistema de vaciado de Gas L.P.	0.3	1		
Bombas para agua contra incendio	0.2	Cuarto de bombas 1		Bombas vs incendio 1 de 4.5 kg.
Generador de energía eléctrica	0.2	N/A		
Talleres	0.2	2		
Oficina, Baños y Almacén	0.2	2 oficina 1 baños 1 almacén		
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	0.2	1 por cada 10 cajones 1		
Est. de vehículos utilitarios y de personal de la planta	0.2	1 por cada 15 cajones N/A		
Caseta de vigilancia	0.2	N/A		
Cuarto Eléctrico	0.2			1 de 9 kg.

- a) Los 20 extintores son tipo ABC de polvo químico seco con capacidad de 9 kgs. En el tablero eléctrico y equipo de bombeo son de CO₂ de 9 kgs., y 4.5 de capacidad respectivamente, instalados a una altura máxima de 1.50 mts., del piso. Estos están visibles y de fácil acceso.
- b) Además, se tiene 1 (un) extintor tipo carretilla con capacidad de 70 kgs. de polvo químico seco ABC y se localizan en área de almacenamiento.

b) Sistemas de Mamejo de Agua a Presión.

2. SISTEMA DE PROTECCION POR MEDIO DE AGUA:

Con el objeto de obtener mayor seguridad en la protección de las zonas de almacenamiento, trasiego y estacionamientos de los vehículos de reparto y auto-tanques; el análisis de las condiciones de la instalación están calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001-SESH-2014, vigente, como se describe a continuación a detalle: la operación es manual: tanto el sistema de protección por medio de Enfriamiento por Aspersión de agua, como el sistema de hidrantes los cuales cubren un 100% todas las áreas se riesgo y consta de lo siguiente:

A. CISTERNA PARA AGUA. - Esta alimenta exclusivamente a los sistemas de agua contra incendio y su capacidad resulta de sumar 21,000 litros a la requerida de acuerdo al siguiente cálculo hidráulico para la operación del sistema durante 30 minutos, de acuerdo al numeral correspondiente de la NOM-001-SESH-2014.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

El área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersión se calcula aplicando la siguiente:

Capacidad mínima:

$$S_m = \frac{3.1416 \times D \times Lt \times 0.90}{2} = \frac{3.1416 \times 2.675 \times 17.882 \times 0.90}{2} = 67.62 \text{ m}^2$$

Donde:

S_m = Superficie mínima a cubrir con aspersión directa (m^2)

D = Diámetro exterior del recipiente (m)

Lt = Longitud total del tanque (incluyendo las tapas) (m)

Densidad para agua de enfriamiento = 10 lts./min/ m^2

$S_m \times \text{Densidad} = 676.24 \text{ LPM.}$

Se considera solamente el gasto de 2 hidrantes cuyo gasto es de 300 LPM.

Sistema Hidrantes = 600.00 L.P.M.

Gasto Total = 1,276.24 LPM. Durante una operación de 30 minutos

1,276.24 LPM X 30 min. = 38,287.20 lts.

Gasto total durante 30 min = 38,287.00 lts.

Más 21,000.00 lts de acuerdo a norma = 59,287.20 LTS

La capacidad de la cisterna es:

Cap. = 62,475.00 lts.

B. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA, mediante aspersores que rocían directamente el 90% de la superficie por encima del ecuador de los recipientes de almacenamiento.

Dicha cobertura se estableció, cuidando que los círculos proyectados por el agua de las boquillas de aspersión sobre el recipiente de almacenamiento se tocan cuando menos en un punto.

Datos: Boquilla Rociadora:

Conexión	Rosca exterior
Orificio	¼"
Entrada	½"
Presión de Trabajo	3.5 kg/cm ²

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Capacidad 45.0 L.P.M. A 3.5 kg/cm²
Factor K 1.68

Por lo tanto:

$$Q = K / P = 1.68 / 50 = 11.88 \text{ G.P.M.}$$

$$Q = 11.88 \text{ G.P.M.} = 45 \text{ L.P.M.}$$

$$\text{No. de Boquillas por Anillo} = \frac{676.24 \text{ L.P.M.}}{45 \text{ L.P.M.}} = 15.02 = 16$$

$$\text{Longitud del cuerpo del tanque} = 17.88 - \frac{2.675}{1.5} = \frac{15.205}{1.5} = 10.13$$

Utilizando 10 aspersores de cada lado del tanque, tenemos que la separación entre aspersores es de:

$$\frac{15.205}{10} = 1.52 \text{ mts.}$$

Por construcción usaremos 24 aspersores

En el cuerpo del tanque = 20 aspersores

En casquetes del tanque = 4 aspersores

C. VÁLVULAS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA:

La operación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectúa por manipulación manual, por lo cual se cuenta con:

- a) Un control de arranque del sistema de bombeo.
- b) Para operar la válvula a la apertura se tiene indicado mediante flechas pintadas el sentido del giro para operar la válvula a la apertura.
- c) Las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se tienen colocadas fuera de la zona de almacenamiento y trasiegos del Gas L.P.

El sistema de enfriamiento por aspersión está calculado para proteger dos recipientes de almacenamiento simultáneamente, Por lo tanto, en caso de que aumentara un recipiente a futuro, se tendría que instalar una válvula de bloqueo por cada recipiente los cuales contarían con el número de aspersores descritos en el cálculo del proyecto descrito anteriormente.

D. EL SISTEMA DE HIDRANTES, Este sistema cuenta con: gabinete protector debidamente identificado, una manguera de 30 metros de largo y 38 mm (1.5”) de diámetro, equipadas con boquilla reguladora que permite surtir neblina considerando el gasto de 3 hidrantes siendo de 300 LPM., cada uno.

Este sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.

Se considera el gasto de 2 hidrantes cuyo gasto es de 300 LPM.

3. CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO:

El equipo de bombeo contra incendio está compuesto por una bomba principal con motor eléctrico y de respaldo con motor de combustión interna a diésel; su caculo considera un gasto de aspersores de 676.24 L.P.M; y una red de 2 hidrantes con un gasto de 600.00 L.P.M. ambos con una presión de 3.50 kg/cm².

Da un gasto total de: 676.24 + 600.00= 1,276.24 L.P.M. (337.14 GPM)

Datos:

$$Q= 337.14 \text{ G.P.M.} = 0.0211 \text{ m}^3/\text{seg.} = 1,276.24 \text{ LPM} = 1.27 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$V= 0.0112 \text{ cm}^2/\text{seg.}$$

$$P= 3.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varnothing= 4" = 0.102 \text{ m} = 102 \text{ mm. (P.V.C.) } \epsilon= 0.0015 \text{ mm.}$$

$$\epsilon/D= \frac{0.0015 \text{ mm.}}{102 \text{ mm}} = 0.000015$$

$$V= \frac{4 \times 1.27 \text{ m}^3/\text{min}}{60 \pi (0.102 \text{ m})^2} = 2.59 \text{ m/seg} \quad \frac{V^2}{2g} = \frac{(2.59 \text{ m/seg})^2}{2(9.81 \text{ m/seg}^2)} = 0.341 \text{ mts.}$$

$$Re= \frac{259.0 \times 10.2}{0.0112} = 235,875 = 2.35 \times 10^5$$

Del diagrama de Moody, $f= 0.0223$ y la pendiente de fricción.

$$S_f= \frac{0.0223}{0.102} \times 0.341 = 0.074 \text{ mts} = S_f$$

El coeficiente de pérdida en la válvula de pie es $k= 0.8$ y la pérdida correspondiente.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

$$h_v = 0.8 \times 0.074 = 0.059 \text{ mts} = h_v$$

La bomba debe elevar el agua desde la altura de 3.10 a la de 3.90 m. La carga de succión es

$$h_s = (3.90 - 3.10) + 0.074 \times 1.90 + 0.059$$

$$h_s = 0.8 + 0.140 + 0.059 = 0.999 \text{ mts.}$$

La tubería de descarga

$$h_f = 0.074 \times 71.00 = 5.25 \text{ mts.} = h_f$$

Los coeficientes de pérdida en los accesorios se obtienen lo siguiente

$$\text{Codo regular } 90^\circ \quad k = 0.31 \times 8 = 2.48$$

$$\text{ck con bridas} \quad k = 2.0 \times 1 = 2.00$$

$$\text{Válvula Compuerta con bridas} \quad k = 0.17 \times 1 = 0.17$$

$$\text{Salida } (A_a/A_1) \quad k = 1.00 \times 2 = 2.00$$

$$k = 6.65$$

Pérdida de energía por los accesorios

$$h = 6.65 \times 0.341 = 2.26 \text{ mts.} = h$$

La bomba debe elevar el agua desde la altura de 3.90 mts. a la de 7.30 mts. La carga de bombeo será:

$$h_d = (9.90 \text{ mts} - 3.90) + 5.25 \text{ mts} + 2.26 \text{ mts}$$

$$h_d = 6.00 \text{ mts.} + 7.51 \text{ mts.}$$

$$h_d = 13.51 \text{ mts.}$$

La carga total de bombeo es igual:

$$H_t = P + 13.51 \text{ mts} + 0.074 \times 1.9 \text{ mts} + 2.26 \text{ mts} + 5.25 \text{ mts}$$

$$H_t = P + 13.51 \text{ mts} + 0.140 \text{ mts} + 2.26 \text{ mts.} + 5.25 \text{ mts.}$$

$$H_t = P + 21.16 \text{ mts.}$$

$$H_t = 36.16 \text{ mts} + 21.16 \text{ mts} = 57.32 \text{ mts.}$$

La potencia que debe proporcionarse a la bomba es:

$$P = \frac{wQH_T}{75 \text{ n}} = \frac{1,000 \text{ kg/m}^3 (1.27 \text{ m}^3/\text{min})(57.32 \text{ mts})}{75 \times 60 \text{ min/seg} \times 0.8}$$

$$P = 20.22 \text{ H.P.}$$

Por lo tanto, se instaló una bomba eléctrica de 40 H.P. y para el motor de combustión interna, se selecciona un motor con una potencia nominal de 46 H.P., considerando para el motor de gasolina un rendimiento del 90%.

4. **TOMA SIAMESA:**

La Planta cuenta con una toma siamesa debidamente identificada, como prevención en alguna contingencia; instalada en el exterior en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua; cuyo objeto es inyectar directamente a la red contra Incendio, el agua que sea proporcionada desde el exterior; como también, a la cisterna en caso de no contar con el equipo de bombeo necesario en el exterior. La operación consiste en el manejo de válvulas de compuerta seguida de una válvula no retroceso. Para habilitar la toma siamesa a la red del sistema de enfriamiento.

c) **Sistemas Auxiliares. (alarmas, sistema de comunicación, rociadores, antichispas, etc.).**

5. **SISTEMA DE ALARMA:**

Se cuenta con un sistema de alarma sonora para aviso de emergencia activada manualmente, debidamente señalada; a base de una sirena eléctrica la cual se alimenta en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad.

PROCEDIMIENTOS DE COMUNICACIÓN DE LA EMERGENCIA

Con Autoridades Locales y de Protección Civil, Industria, Población Afectable y Medios de Difusión.

Gas Imperial del Sureste, S.A. de C.V. a través de su Planta, la cual está establecida en el municipio de Solidaridad, Q. Roo, se coordinará con la Unidad Estatal y Municipal de Protección Civil. Además, con el Municipio de Solidaridad, Q. Roo. En algún dado caso de alguna emergencia se harán las llamadas telefónicas necesarias a los teléfonos de emergencia.

Vocero (s).

En el caso de algún siniestro de proporciones mayores el Puesto de Control de Incidentes y/o Centro de Operación Municipal, es un organismo temporal que es creado por disposición del Presidente Municipal y/o El Coordinador de la Unidad Municipal de Protección Civil cuando se presente una situación de emergencia y su función es coordinar y vigilar las actividades orientadas al auxilio y asistencia de la población, la protección de sus propiedades y del medio

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

geográfico. El PCI determinará al responsable y la ubicación del centro de información quien deberá coordinar las relaciones con los medios de comunicación y atención a los familiares que acudan al sitio del desastre en busca de información u ofreciendo su ayuda para este caso es el Director de Protección Civil Municipal y por parte de Gas Imperial del Sureste, S.A. de C.V. su personal estará coordinado para cualquier emergencia.

A la entrada de la Planta de Distribución de Gas L.P. se tendrá instalado un anaquel con matachispas, que son colocados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

6. ROTULOS DE PREVENCION, PINTURA Y COLORES REGLAMENTARIOS:

- a) El tanque de almacenamiento se tendrá pintado de color BLANCO BRILLANTE, en sus casquetes un círculo ROJO, de aproximadamente la tercera parte del diámetro del recipiente y rótulo "PELIGRO GAS L.P. INFLAMABLE", pintado con caracteres ROJOS no menores de 10 cm. LA CAPACIDAD TOTAL en litros-agua, así como el contenido y número económico con letras del tamaño de 25 cm. Como mínimo, la razón social de la empresa con letras de acuerdo al tamaño del diámetro del tanque.
- b) Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente de acuerdo al código colores normativos como son: de BLANCO las conductoras de gas en fase líquida, BLANCO con BANDA VERDE las que retornan gas en fase líquida al tanque de almacenamiento de AMARILLO las que conducen gas en fase de vapor, de NEGRO para los conductores eléctricos, ROJO las tuberías que conducen agua del sistema contra incendio y AZUL las que conducen aire.
- c) La plataforma de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la planta, se encuentran pintadas con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.
- d) En el recinto de la Planta de Distribución de Gas L.P., se cuenta con letreros preventivos alusivos y visibles tal como lo especifica la tabla siguiente de conformidad con las Normas Oficiales Mexicanas "PLANTAS DE DISTRIBUCION DE GAS, L.P. DISEÑO, CONSTRUCCION Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN". Vigente, STPS y Protección Civil.

Los letreros se deben fijar visibles como se indica a continuación de existir pictogramas se utilizarán preferentemente sobre los rótulos:

LETRERO	PICTOGRAMA	CANTIDAD
“ALARMA CONTRA INCENDIO” (Interruptores de alarma)	PICTOGRAMA	2

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

“PROHIBIDO ESTACIONARSE” (Accesos, Salida de emergencia y Toma siamesa)	PICTOGRAMA	7
“PROHIBIDO FUMAR” (Almacenamiento y trasiego)	PICTOGRAMA	6
“USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD” (Muelle de llenado)	LETRERO	1
“USO OBLIGATORIO DE GUANTES” (Muelle de llenado y Trasiego)	LETRERO	3
“HIDRANTE” (Junto al Hidrante)	PICTOGRAMA	3
“EXTINTOR” (Junto al Extintor)	PICTOGRAMA	24
“PELIGRO, GAS INFLAMABLE” (Muelle de Llenado, Tomas de Recepción, Suministro y Almacenamiento; Carburación de autoconsumo).	PICTOGRAMA	6
“SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS” (Accesos, Zonas de Almacenamiento y Trasiego)	PICTOGRAMA	6
“SE PROHIBE ENCENDER FUEGO” (Almacenamiento, trasiegos y Estacionamiento de vehículos)	PICTOGRAMA	6
“LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS” (Muelle de Llenado, Tomas de Recepción y Suministro)	LETREROS	4
“CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS” (Entrada de la Planta y Almacenamiento)	LETREROS	3
“SALIDA DE EMERGENCIA” (En Interior y Exterior de las puertas)	PICTOGRAMA	2
“PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHICULOS EN ESTA ZONA” (Almacenamiento, Zonas de trasiego y de circulación)	LETRERO	6
“RUTA DE EVACUACION” (Flechas verdes con letras blancas varios)	FLECHAS	10
“VELOCIDAD MAXIMA 10 KM/H” (Entrada de la Planta y Zonas de circulación)	PICTOGRAMA	6
“PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO” (De acuerdo al Proyecto contra Incendio)	LETRERO	2
“VALVULA DE ALIMENTACION AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSION DE AGUA” (Junto a la Válvula)	LETRERO	2
“GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO” (Junto al Gabinete)	PICTOGRAMA	1
“BOTON DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR” (Junto a la Válvula de paro de Emergencia)	LETRERO	3
“RIESGO ELECTRICO” (Acceso a Cuarto Eléctrico)	PICTOGRAMA	2
“RIESGO DE ARCO ELECTRICO” (Tableros de distribución, Envoltentes CCM)	PICTOGRAMA	2

3. SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA DE ACCION REMOTA:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Este sistema de seguridad se compone de actuadores neumáticos que utilizan aire como fluido para operar el actuador; las válvulas de paro de emergencia de acción remota están instaladas en el área de recepción en las líneas de vapor y en el área de suministro en las líneas de líquido y vapor; con la finalidad de cortar el flujo de gas en el momento de una descarga imprevista, esta se puede controlar operando la válvulas antes mencionadas, debidamente señaladas; despresurizando la línea de aire que va a dicha válvula para que ésta cierre automáticamente.

4. CONDICIONES DE SEGURIDAD. - NOM-002-STPS-2010: CONDICIONES DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO:

De acuerdo del riesgo se determinan los medicamentos y materiales de curación para prestar los primeros auxilios por personal capacitado, atendiendo también al Manual de Emergencia y Contingencia de esta empresa y de operación mediante la Comisión de Seguridad e Higiene, el botiquín contendrá los medicamentos mínimos que se mencionan en la norma citada.

5. REVISIÓN DE INSTALACIONES. - NOM-004-STPS-1999, SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE UTILICE EN LOS CENTROS DE TRABAJO:

La Planta de Distribución de Gas L.P. maneja este Carburante como producto peligroso, por lo cual se debe aplicar la normatividad en la materia, en relación a las instalaciones de trasiego, uso y manejo del Gas, descrito en el Reglamento y normas aplicables, como también en los Manuales Operativo, Emergencia y Contingencia y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P.

6. EQUIPO DE PROTECCIÓN. - NOM-017-STPS-2008: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL-SELECCIÓN, USO Y MANEJO EN LOS CENTROS DE TRABAJO:

El equipo de protección personal de acuerdo a las características y riesgo del Gas L.P. es: Ropa 100% algodón; guantes de carnaza y zapatos-bota de seguridad con casquillo interno en punta, el cual debe usarse limpio y con conocimiento a la Comisión de Seguridad e Higiene, NOM-019-STPS-2011, quien vigila su uso y en cuanto a la operación con una adecuada capacitación, adiestramiento y productividad, mediante los planes y programas establecidos, según el caso para protección de los trabajadores; de conformidad al Acuerdo publicado en el DOF el 14 de Junio de 2013.

7. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.CONDICIONES DE SEGURIDAD. - NOM-029-STPS-2011:

Las Instalaciones Eléctricas se deben Verificar de acuerdo a los programas de Mantenimiento anual presupuestados, al igual que el Sistema General de Tierras Físicas, NOM-022-STPS-

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

2015. Electricidad Estática en los centros de trabajo, descrita en los planos Eléctricos de esta Memoria técnica de la Planta.

8. **SEGURIDAD COLORES Y SU APLICACIÓN NOM-026-STPS-2008: COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE E IDENTIFICACION DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCTOS EN TUBERIA:**

Además de los letreros de seguridad indicados en esta Memoria y colores distintivos, se podrán escoger en su caso los señalados en el No. 4.4 –Rótulos de seguridad y 4.4.1 de la NOM-001-SESH-2014. “PLANTAS DE DISTRIBUCION DE GAS, L. P. DISEÑO, CONSTRUCCION Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN”.

9. **MANUALES OPERATIVOS Y DE SEGURIDAD:**

La Planta cuenta con los originales de los Manuales de Operación de los sistemas de trasiego y contra incendio, de Mantenimiento y de Emergencia y Contingencia, los cuales describen la manera en que se llevarán a cabo estas actividades.

10. **LIBRO BITACORA:**

La Planta de Distribución cuenta con la Bitácora, de trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego, contra incendio e iluminación; actualizada y firmada por el responsable general de la planta y el responsable del mantenimiento cada ocho días naturales y avalada cada seis meses por la unidad de verificación acreditada y aprobada en la NOM-001-SESH-2014. Vigente.

11. **CERTIFICADOS DE CAPACITACION:**

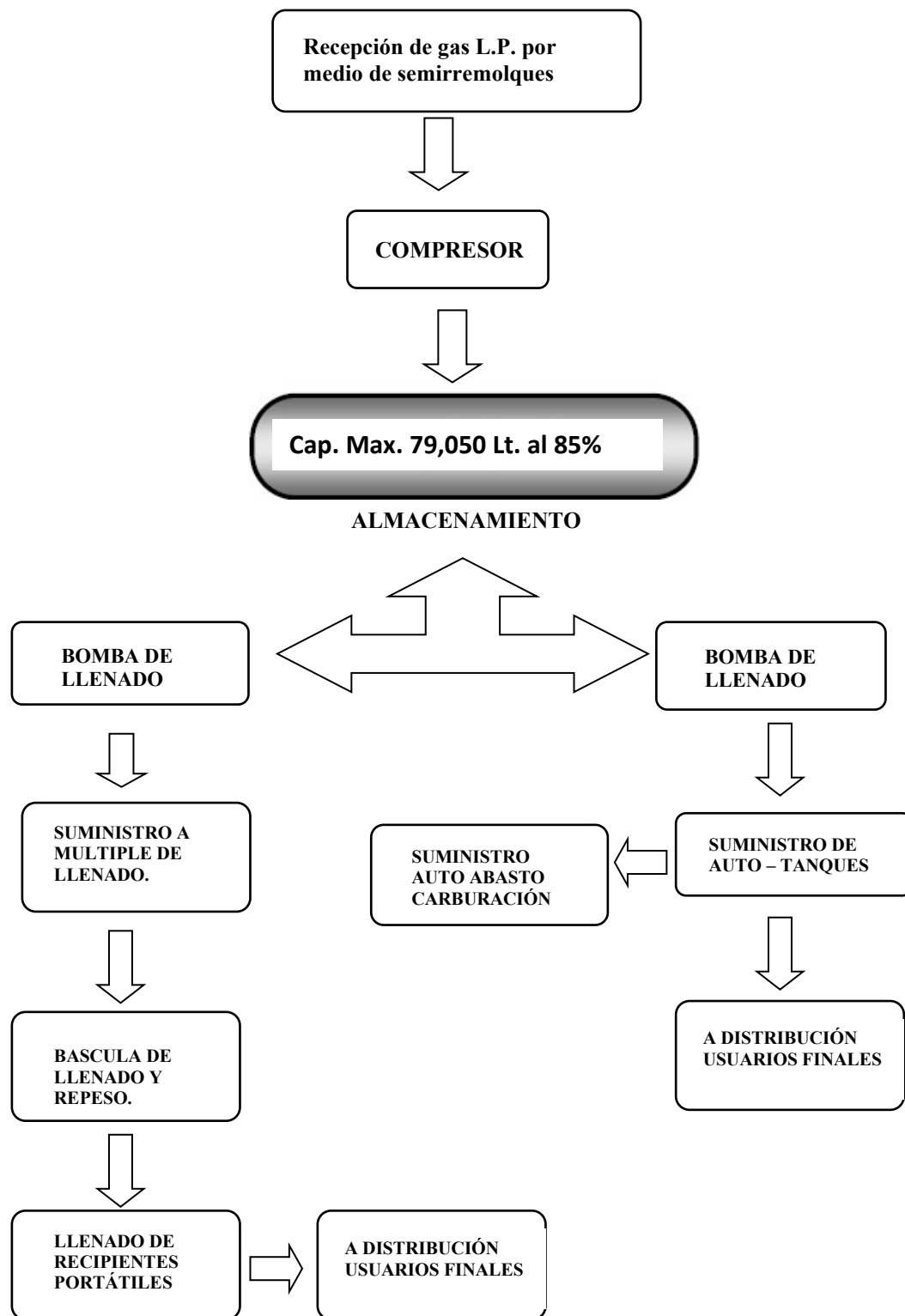
La Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con los originales de los programas de: mantenimiento en general, del sistema de trasiego y del sistema contra incendio; así como las pruebas del sistema contra incendio y las del sistema de seguridad.

Se anexa Plano de Contra Incendio.

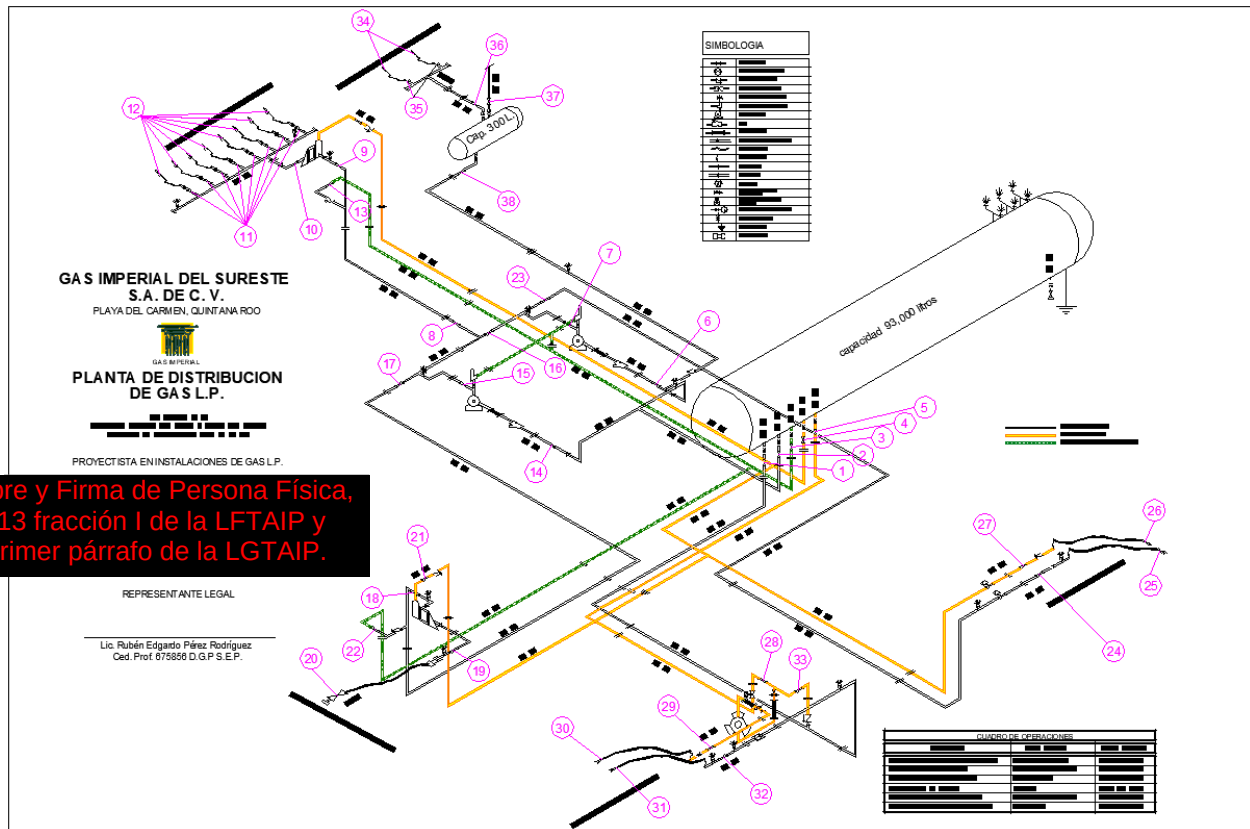
I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

La descripción de cada uno de los procesos propuestos en el diagrama de operación de la planta se indica a continuación, la cual se realiza con base al siguiente Diagrama de flujo, las condiciones de operación como son temperaturas de diseño, presiones de diseño, flujos etc.

Diagrama de Flujo.



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*



Con base en lo anterior la operación se lleva a cabo de la siguiente forma:

1. Descarga (Recepción) de Gas L.P.

El gas L.P. se recibe por medio de semirremolques y/o transporte tanque en el área de descarga, estos semirremolques tienen una capacidad de 45,000 L. y por seguridad vienen al 90% de su capacidad.

Existe un área de descarga, en la cual se encuentran los compresores (maquina con la cual se hará el transvase de gas al tanque de almacenamiento), construida de concreto armado, que recibe tuberías de carga y descarga, las cuales salen de la zona de protección del tanque y están bajo trincheras en la parte media, protegidas con drenaje; las tuberías son para líquido y vapor; se trata de una isla para protección contra choques metálicos y alguna mala operación en las maniobras de trasiego, se encuentra protegida con viguetas de acero fuertemente empotradas; cada toma cuenta en su extremo con válvulas de paso de acción manual, válvulas de exceso de flujo y adaptadores a las mangueras de trasiego.

La secuencia de operación es:

***“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”***

1. El vigilante de la planta solicita al operador del transporte-tanque la documentación de Petróleos Mexicanos, la cual se checa en el reloj impresor de la Planta. Así mismo verifica que el nivel de gas líquido en el transporte sea del 90 %, por lo que una vez verificado esto le autoriza la entrada a la Planta.
2. El operador del transporte-tanque conduce la unidad hasta el área de descarga respetando la velocidad y el sentido de circulación señalados en el interior de la Planta y se estaciona precisamente en el espacio de la plataforma que para tal fin se ha determinado. Una vez estacionada la unidad el operador deberá apagar el motor, cerrando el switch de ignición, bloqueando la unidad con freno de mano y con la palanca selectora de velocidad en alguna posición de engranaje.

Entregando las llaves del vehículo al responsable de la descarga del transporte-tanque.

3. El responsable de la descarga guardara las llaves del vehículo y procederá a colocar calzas atrás y delante de las llantas del vehículo, verifica el porcentaje de llenado del tanque de almacenamiento para determinar a qué porcentaje quedara sin exceder el 90 % de su capacidad.
4. A partir de este punto es requisito indispensable utilizar guantes de seguridad en las siguientes maniobras:
 - a) Conecta el vehículo a tierra para evitar descargas de electricidad estática.
 - b) Instala los conectores acopladores (C1 y C3 y/o C3 y C2) a las conexiones del transporte tanque.
 - c) Abre las válvulas de líquido y vapor del tanque de almacenamiento (V1 y V3 y/o V2 y V3) dependiendo del lugar de descarga, para tener la continuidad del flujo.
 - d) d) Revisa la posición de abierto en las válvulas V4, V10 y de cerrado en la válvula V8 cuando la operación se realiza por la descarga 1, y cuando se hace por la descarga 2 se tiene que revisar la posición de abierto en las válvulas V5 y V10 y de cerrado la válvula V8.
 - e) e) Abre las válvulas tanto del transporte-tanque como de las mangueras conectoras.
 - f) f) Verifica que no existan fugas tanto en las válvulas de purga del transporte-tanque como en las conexiones de las mangueras.
 - g) g) Si es necesario (esto es cuando existe gas licuado) desfoga la trampa de líquido del compresor.
 - h) h) Enseguida pone a funcionar el compresor para el trasiego de vapor y permanece en este sitio para corroborar que todo funcione correctamente tanto en el sistema del transporte-tanque como en la tubería del tanque de almacenamiento.

La operación de trasiego de Gas L.P. se desarrolla de la siguiente manera:

El principio se basa en un diferencial de presiones entre el transporte-tanque y el tanque de almacenamiento, para lograr esto se emplea la compresora, la cual toma del tanque de

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

almacenamiento vapor de gas y lo descarga ya comprimido en la parte superior del transporte tanque logrando con esto el diferencial de presión requerido para que el gas líquido del transporte-tanque fluya al tanque de almacenamiento.

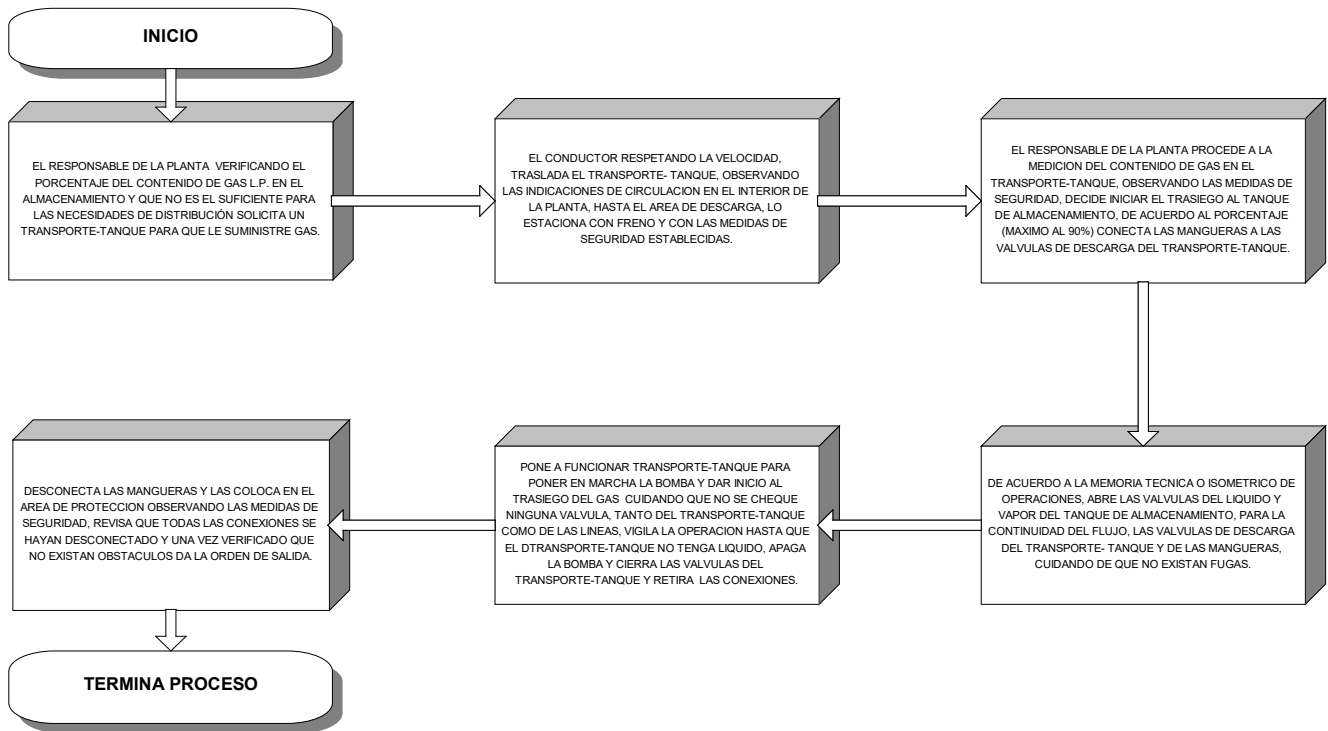
Una vez que el líquido contenido en el transporte-tanque es trasegado al tanque de almacenamiento se procede a purgar el contenido de gas en las conexiones del transporte tanque y las mangueras de la Planta utilizando los grifos del transporte.

Durante toda la operación de descarga del transporte-tanque, el personal responsable de esta, permanece en el sitio para verificar que se lleve a cabo sin ningún problema y solucionar inmediatamente cualquier anomalía o falla.

5. Se desconectan las mangueras colocándolas inmediatamente en las áreas de protección, de igual modo se desconecta la tierra física y se retiran las calzas de las llantas colocándolas en su lugar.
6. Es obligación del responsable de la descarga dar una vuelta completa alrededor del vehículo para revisar que no existan fugas ni haya mangueras o conexiones de tierra conectadas y para observar que no se hayan quedado calzas olvidadas
7. Por último, entrega las llaves del vehículo al operador y la orden para salir de la Planta.

DIAGRAMA DE FLUJO

AREA DE DESCARGA DEL TRANSPORTE-TANQUE



2. Llenado de auto-tanques.

- El encargado de la operación conduce el auto-tanque, del estacionamiento (de la planta), y lo traslada al área de llenado deteniéndose exactamente en el lugar indicado por el jefe de la Planta.
- Deberá apagar el motor, cerrando el switch de ignición; retirará y guardará las llaves del vehículo y le pondrá velocidad y freno de mano.
- Observando las medidas de seguridad establecidas en el Plan Interno de Emergencia y Contingencia. Coloca las calzas atrás y adelante de las llantas (esta operación la realizara aun cuando el terreno no presentara ningún desnivel).
- Conecta el vehículo a tierra para evitar descargas de electricidad estática. A partir de este punto es requisito indispensable utilizar guantes para continuar con las maniobras de trasiego.
- Utilizará el medidor rotario de nivel para determinar el porcentaje al que va a llenar el auto tanque.

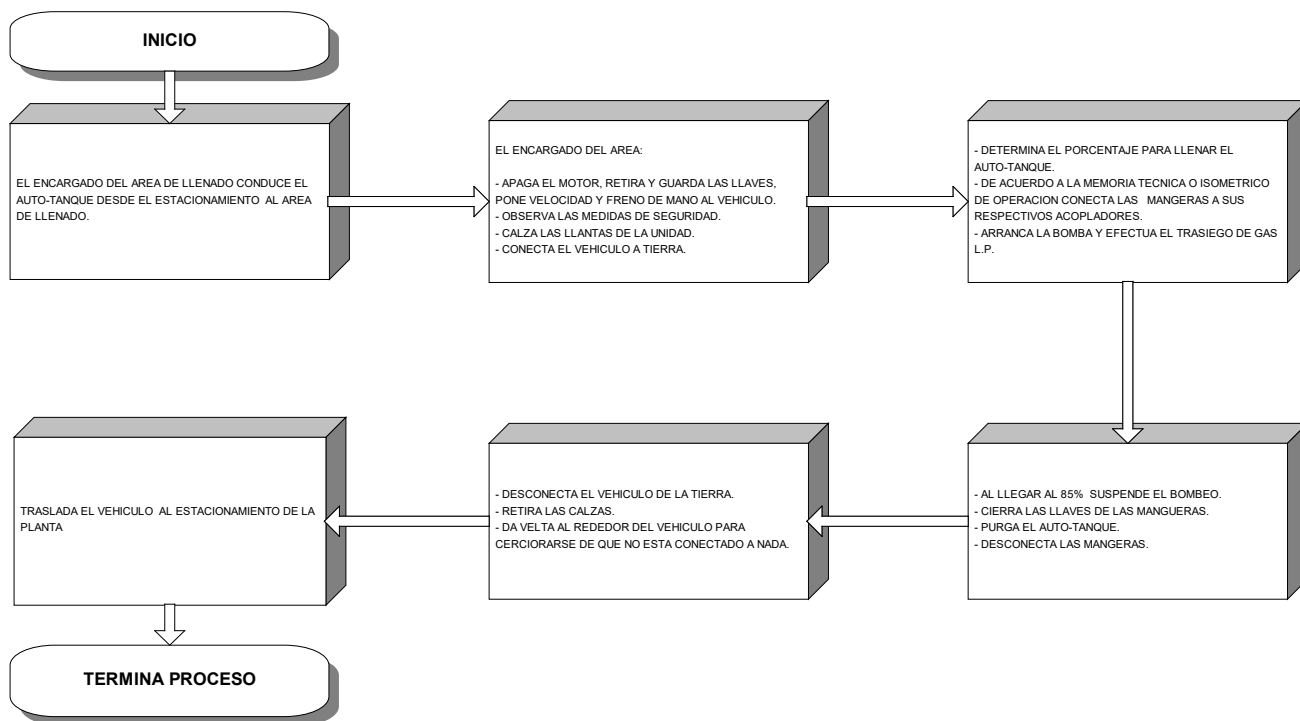
*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- f) Observara lo indicado en la Memoria Técnica conecta las mangueras tanto de líquido (C4) como de vapor (C5) a sus respectivos acopladores.
- g) Abre las llaves, tanto del auto-tanque como de las mangueras (V15 y V16) checando que no existan fugas.
- h) Comprueba que todas las llaves tanto del auto-tanque como de las mangueras se mantengan abiertas.
- i) Colocará el medidor rotario de niveles del auto-tanque al porcentaje de llenado que se desea sin exceder del 90%.
- j) Arrancará la bomba correspondiente (B1 o B2) permaneciendo junto a ella por espacio de un minuto, vigilando su correcto funcionamiento. Con esta operación se inicia el llenado del auto tanque.
Durante la maniobra el operador de la carga deberá permanecer junto al vehículo vigilando que no exista ningún problema.
- k) Al llegar el Gas al porcentaje de llenado deseado sin rebasar nunca el 90% suspende inmediatamente el bombeo.
- l) Cierra las llaves de las mangueras (V15 y V16) y del auto-tanque. Si tiene grifo lo purgara; en caso contrario aflojara un poco la tuerca ACME para vaciar el contenido que haya quedado entre la manguera y la rosca ACME.
- m) Desconecta totalmente las mangueras C4 y C5 y las colocara en el área de protección.
- n) Desaterrizara el vehículo y retirara las calzas de las llantas. Colocándolas en su lugar.
- o) Dará una vuelta completa al auto-tanque, para revisar que no existan fugas, ni haya mangueras o conexiones de tierra conectadas al auto-tanque, verificando que no se hayan quedado olvidadas.
- p) Traslada el vehículo desde el área de llenado al área de estacionamiento ubicado en la misma Planta.

DIAGRAMA DE FLUJO

AREA DE ESTACIONAMIENTO

AREA DE SUMINISTRO DE AUTO-TANQUES



3. Llenado de recipientes transportables para Gas L.P.

Al igual que la operación de carga de auto-tanques la siguiente descripción para el llenado de cilindros portátiles se basa también en el Diagrama # 2 debido a que se realiza con equipos comunes para ambos sistemas.

Antes de iniciar el proceso de llenado de cilindros el jefe del andén verifica que no existan anomalías en los equipos de llenado, así como en el resto del sistema, cuidando que se observen las medidas de seguridad correspondientes de acuerdo al Plan de Emergencia y Contingencia. A partir de las actividades anteriores se iniciarán dos operaciones que integran el procedimiento que se describe:

1. Llenado manual de recipientes transportables.

Inicialmente el jefe del andén pondrá a funcionar la bomba correspondiente (B1 o B2) para iniciar el proceso de llenado de los cilindros portátiles, observando las indicaciones establecidas en la Memoria Técnica de la Planta para esta operación. La operación para llenado de cilindros consta de las siguientes actividades:

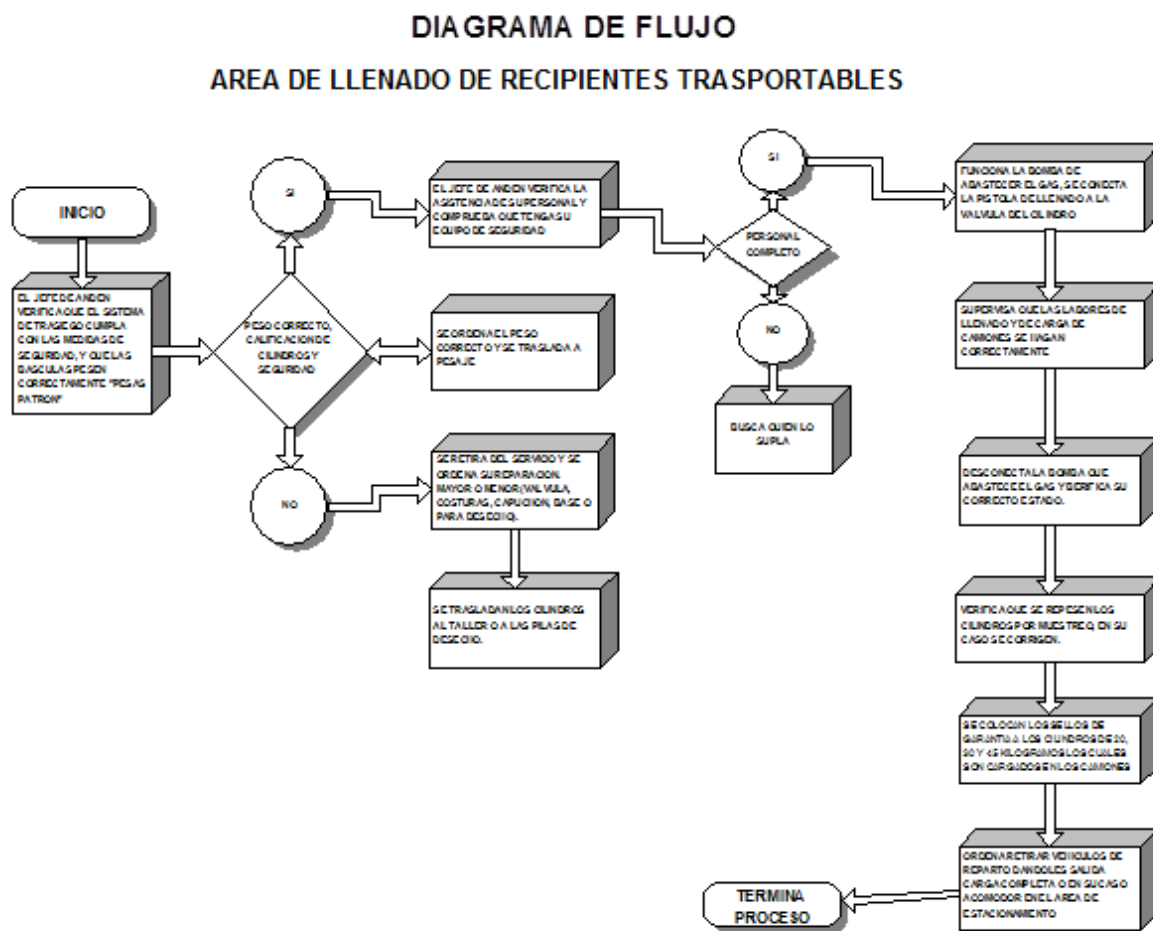
- a) Antes de iniciar el llenado de cada cilindro el operador verificara el total de kilos que tienen de tara y ajusta la báscula a esa cantidad.
- b) Conectar la pistola de llenado (VA a la VF) a la válvula de Servicio del cilindro para su llenado.
- c) Durante el proceso de llenado verifica que no haya fugas aplicando con una brocha agua con jabón a la válvula de servicio y a las costuras del tanque. Comprueba en la báscula que el cilindro ya alcanzo el peso correspondiente. Si existe fuga, aparta el cilindro colocándolo en el lugar destinado para estos, para posteriormente hacer la calificación de estos cilindros (No. 2 del Plan Interno de Emergencia y Contingencia y reparación mayor, menor o desecho).
- d) Retira el cilindro de la báscula para que lo trasladen al área de repesaje de tanques.
- e) Diariamente y a diferentes horas, el responsable de la Planta da instrucciones para que el jefe de andén repese los cilindros, con base en muestras que se toman del área de pesaje, los tanques que estén excedidos de líquido se les retira del andén y se les quita la cantidad excedente. Los tanques a los que les haya faltado Gas se regresan al área de llenado para agregarles la cantidad faltante.

2. Carga de Camiones.

Concluida la actividad anterior. Los "Carga Camiones", pasaran el cilindro al área de camiones o directamente a los vehículos, la operación incluye las actividades siguientes:

- a) El camión se ubica en el muelle de recarga del andén.
- b) Se subirá al camión, contará los tanques que estén ingresando y los comparará contra los que llevaba el camión al iniciar sus labores. Si le reportan que traen tanques llenos corroborara la existencia de dichos cilindros pesándolos personalmente.
- c) Observando las medidas de seguridad de acuerdo al Plan Interno de Emergencia y Estudio de Riesgo Ambiental Contingencia, ordena que la tripulación del camión baje los tanques vacíos y los coloquen en el área de recepción de tanques del andén: De donde posteriormente los canalizan a las áreas de llenado.
- d) El camión ya vacío es trasladado al muelle de carga de camiones, donde los "Carga Camiones" junto con la tripulación del camión vuelvan a llenar el vehículo. Durante esta actividad es obligación de los trabajadores que están cargando el camión el de supervisar que los tanques no tengan fugas y si llegan a detectar alguna deben apartar el tanque (no cargarlo al camión), y a dar aviso al jefe del andén.

- Indica que se aparten los cilindros con fuga. Los cuáles serán calificados (Procedimiento No. 2 del Plan Interno de Emergencia y Contingencia reparación o desecho). Procediendo al vaciado de Gas L.P. Pasando los cilindros según su caso al taller de reparación.
- Una vez cargado el camión, el jefe del andén verificara la cantidad de tanques (y su capacidad) que se estén llevando en el vehículo, con la finalidad de llevar un inventario de estos. Una vez que ya no hay cilindros por llenar el jefe del andén ejecuta las siguientes actividades: 6.-Desconecta la bomba (B1 o B2) que abastecen el Gas L.P. para llenar los cilindros portátiles.
- Verifica las diversas conexiones y tuberías del andén. Cerciorándose de que no queden fugas.



4. Servicio de gas para carburación de vehículos.

Antes de iniciar sus actividades cotidianas tanto el encargado de la planta como el operador del área de carburación, revisan en conjunto o por separado que las válvulas de cierre rápido, mangueras y medidores, estén en perfecto estado para trabajar de acuerdo a las

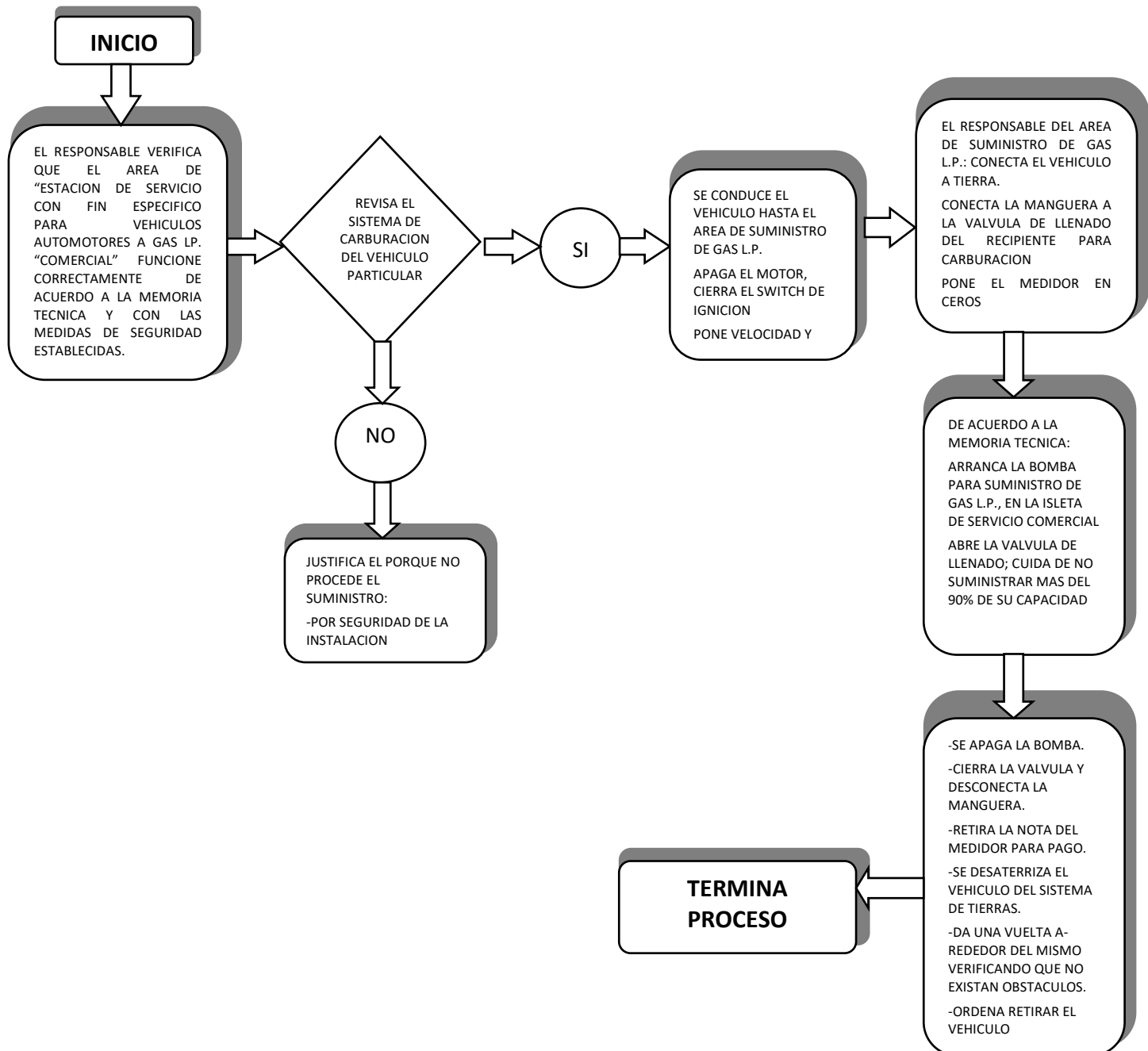
medidas de seguridad; Manual Operativo, Plan de Emergencia y Contingencia y Memoria Técnica. Al igual que sus utensilios de trabajo, guantes y martillo con cabeza de hule, etc.

- a) Realiza una inspección ocular para verificar que la instalación del equipo del sistema de carburación del vehículo al cual se le va a surtir Gas L.P. no presente fugas en mangueras, manómetros, válvulas, tanque, y que estos estén en buen estado, etc. Solicitando al chofer del vehículo el dictamen de la unidad verificadora que certifique que la instalación del sistema de carburación para Gas L.P. cumple con las medidas de seguridad de acuerdo a la Normatividad vigente en la materia.

Nota: Para los vehículos propiedad de la empresa y/o particulares, que empleen Gas L.P. como combustible deberán cumplir con la NOM-005-SESH-2010 Equipos de Carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna: instalación y mantenimiento del 26 de noviembre de 2010.

- b) Conduce el vehículo a la isleta de carburación, en el lugar destinado para esta actividad. Apagar el motor, cerrando el switch de ignición, pone velocidad y freno de mano.
- c) Verifica que efectivamente este apagado el motor, con velocidad y freno de mano. Conecta la unidad a tierra, previendo descargas de electricidad estática.
- d) Verifica que la instalación del equipo cumpla con las medidas de seguridad: Tanque bien sujeto, que cuente con medidor volumétrico para conocer porcentaje en el llenado, empaque en las válvulas de llenado, procediendo a conectar la manguera (VCRP1 para vehículos que cuenten con el sistema de carburación) a la válvula de llenado. Cuidando que ensamble herméticamente para evitar posibles fugas durante el llenado. Verifica el porcentaje antes del llenado, revisando el marcador del tanque, previendo fallas en el mismo.
- e) 5.-Pone el medidor en ceros; inserta la factura al medidor de acuerdo a su mecanismo; se enciende la bomba de llenado (B3), verificando que no existan fugas en la conexión para el llenado. Revisa el medidor del tanque cuidando que su llenado no pase del 90%.
- f) 6.-Una vez que se termina el llenado del tanque, apaga la bomba (B3), cierra la válvula de cierre rápido de la manguera y se desconecta de la válvula de llenado del tanque (VCRP1), verificando que ésta halla sellado perfectamente, retirando la factura del medidor para su control o pago.
- g) 7.-Se desconecta la unidad de la tierra, (desaterriza) verificando alrededor del vehículo que ya no existan conexiones con el área de carburación; dando por terminado el llenado, e indicando al usuario o chofer del vehículo su retiro.

DIAGRAMA DE FLUJO
AREA DE SUMINISTRO DE GAS L.P. EN LA ESTACION DE SERVICIO CON FIN ESPECÍFICO PARA VEHICULOS
AUTOMOTORES “COMERCIAL”



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

2.1.1. Listar Todas las Materias Primas, Productos y Subproductos.

Manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentran en los listados de actividades altamente riesgosas, especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kilogramos, tipo de almacenamiento y equipo de seguridad

Las operación de la planta de distribución, se basa estrictamente en el manejo de una sustancia, el gas Licuado de Petróleo, (Gas L.P.), que es una mezcla de de hidrocarburos en la que predomina el butano y el propano¹ definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido.

En una planta de distribución de gas las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. Por ejemplo, las mangueras empleadas son de hule neopreno y doble malla textil, resistentes al calor y a la acción del gas L.P., diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 Kg. /cm² y una presión de ruptura de 140 Kg. /cm². En el múltiple de llenado se cuenta con una válvula de seguridad de alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm. (1/2”).

El gas que se encuentra “contenido” en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, mínima de 7.0 Kg. /cm². Cuando el número de moléculas que se liberan del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa está en equilibrio.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes del recipiente y expresadas por unidad de área reciben el nombre de presión de vapor. Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido, debido a que la velocidad de las moléculas aumenta con la temperatura, pasando con rapidez al estado gaseoso.

El Gas L.P. no tiene características reactivas, corrosivas o radioactivas. Es peligroso aspirarlo en grandes cantidades puede producir muerte por asfixia, al igual que muere una persona por falta de oxígeno. Un litro de Gas L.P. en estado líquido, pesa menos que un litro de agua (aproximadamente la mitad).

Carece de olor y de color, sin embargo, para anunciar su presencia se ha optado por olorizarlo utilizando para ello un aroma penetrante y molesto conocido con el nombre de mercaptano, sustancia también carente de color, que corroe el cobre y el bronce.

Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los medidores.

Su peso por litro es de 0.813 Kg. y su olor es tan penetrante que basta poner un medio kilo en 37,850 l (10,000 galones) para olorizarlo.

La planta de distribución manejará al Gas Licuado de Petróleo como la única sustancia que rebasa la

¹ REGLAMENTO de Gas Licuado de Petróleo. (DOF 05 12 07)

cantidad de reporte mencionada en el Primer y Segundo listado de Sustancias Altamente Riesgosas.

Cantidad de reporte: 50, 000 kg.

Cantidad a almacenar: 79,050 L. = 42,687.00 kg.

I.2.1 Hoja de Seguridad.

La sustancia y/o producto manejado en la Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo es el siguiente:

- Gas Licuado de Petróleo es la única sustancia química que se maneja y la hoja de seguridad es la siguiente:

Nombre del producto: Gas Licuado de Petróleo.

Composición / Ingredientes:

Nombre Químico: Mezcla Propano-Butano.

Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo:

Composición: Propano, metano, etil mercaptano (odorizante).

Fórmula Molecular:

Fórmula: $C_3H_8 + C_4H_{10}$.

Identificación de los Riesgos:

Clase 3; Gas Inflamable.



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Composición del Gas L.P.

Nombres de los componentes	%	Número CAS (Chemical Abstracts Service)	LMEP: PPT, CT
Propano	60	74-98-6	Asfixiante Simple
Butano	40	106-97-8	PPT 800 ppm
Etil-mercaptano (odorizante)	10.0017- 0.0028 ppm	75-08-1	PPT: 0.95 CT: 2 ppm

Identificación y características físicas y químicas del Gas L.P.

Nombre químico	Gas L.P.
Familia química	Hidrocarburos del petróleo
Formula molecular	Mezcla: (C ₃ H ₈ + C ₄ H ₁₀)
Peso molecular	49.7
Temperatura de ebullición (1 atmósfera)	- 32.5 °C
Temperatura de fusión	- 167.9 °C
Densidad de los vapores (Aire=1, 15.5 °C)	2.01 (más pesado que el aire)
Densidad del líquido (Agua=1) @ 15.5 °C)	0.540
Relación de Expansión líquido a gas	1 litro de líquido se convierten en 242 de gas vapor
Solubilidad en agua (20 °C)	Ligeramente soluble (0.0079%) en peso

En el **Anexo G** se localizan la Hoja de Seguridad disponible de la sustancia química que es el Gas Licuado de Petróleo.

I.2.2. Almacenamiento.

1. Recipiente de almacenamiento:

Recipiente de Almacenamiento. Es de tipo intemperie y en su fabricación cumplen con la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente a la fecha de su fabricación, por Tanques Trinity, S.A. (TATSA) cuenta con su domicilio de esta empresa, y con su placa de identificación, con entrada pasa hombre y certificado de fabricación; así como las entradas y salidas del líquido y vapor, las cuales están ubicadas en su parte inferior, así como la válvula dren para el caso de su mantenimiento interior y cuenta con los dispositivos de seguridad y medición; con las siguientes características:

a) El recipiente de almacenamiento que se instalara cuenta con las siguientes especificaciones:

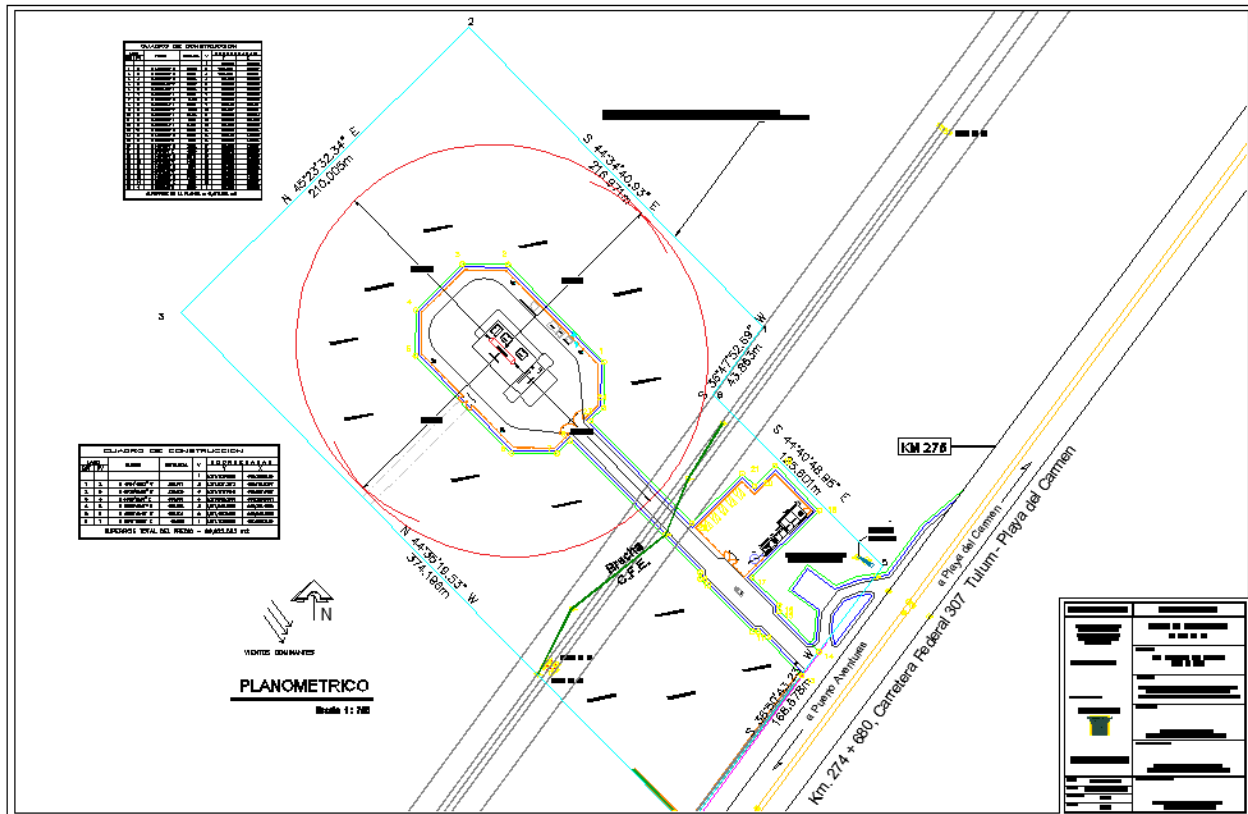
CONSTRUIDO POR:	TATSA
OT (Cert. Fab.)	27826
NORMA DE FABRICACIÓN	NOM-012/2-SEDG 2003
AÑO DE FABRICACIÓN	2007
CAPACIDAD LTS. DE AGUA	93,000 LTS
No. SERIE	TP-2036
DIAMETRO NOMINAL	2.67.8 M.
LONGITUD TOTAL	17.88 M.
FACTOR DE SEGURIDAD	4
PRESIÓN DE DISEÑO	17.50 KG/CM ²
PRESIÓN MAXIMA DE VAPOR	15.18 KG/CM ²
FORMA DE CABEZAS	SEMIESFERICAS
RADIOGRAFIADO DE CUERPO Y CABEZAL	100%
COPLES	210 KG/CM ²
TARA	17,888 KG
ESPESOR LAMINA CUERPO	14.40 MM
ESPESOR LAMINA CABEZAS	8.00 MM
FECHA DE ULTRASONIDO	

b) El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios y dispositivos de seguridad:

1. Un medidor magnético para nivel de líquido de 63.50 mm de diámetro, con un medidor MAGNETEL carátula de 8" Modelo TP 10513.
2. Un manómetro con escala de 0-21 kg/cm² de 64.00 mm de diámetro, Mca. Metrón.
3. Un termómetro con graduación de – 50 °C a +50 °C de 76.00 mm de diámetro, Marca Fisher.
4. Dos válvulas de máximo llenado de 6.4 mm. de diámetro, localizada una al 90% y la otra al 85% del nivel total del tanque. Marca REGO Modelo 3165.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

5. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca Rego, Modelo A7539v6 de 76 mm. de diámetro, con capacidad de 946.25 L.P.M. (250 G.P.M.) c/u.
6. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca REGO, Modelo A3292C de 51.0 mm. de Ø, con capacidad de 461.77 L.P.M. (122 G.P.M.).
7. Dos válvulas de exceso de flujo para Gas - Vapor de 51.0 mm Ø, Marca REGO Modelo A3292C capacidad de 926.0 m³/hr. cada una. (37,600 ft³/hra).
8. Seis medios coples para control en la entrada y salida del Gas Líquido y Vapor, siendo dos de 76 mm. (3") de diámetro y cuatro de 51 mm. (2") de Ø.
9. Una conexión soldada al tanque para cable a tierra, la que consiste en un alambre de cobre calibre No. 8 unido con una varilla “cooper weld” de 3.00 mts, de largo enterrada, conectada a la red general de tierra.
10. Un aditamento multiport CMS Modelo 5850A, con 4 válvulas de seguridad de 64 mm. (2½") marca CMS, Modelo VRP.250, las cuales están acopladas a una brida de cuello realzado de 102 mm (4") Ø.
11. Cada una con un tubo de desfogue con altura de 2.00 mts., el cual tiene un capuchón en el extremo superior del mismo diámetro del roscado de cada válvula; lo cual hará posible en caso de apertura de algunas de las válvulas de seguridad, la descarga a la intemperie; entre el tubo y la válvula de seguridad existe un punto de fractura para que en el caso de fractura del tubo no se afecte el mecanismo de la válvula.



“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación, en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”

I.2.3 Equipos de Proceso y Auxiliares.

A continuación, se describen los equipos de proceso e infraestructura de servicios para las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación, considerando que deberán ser diseñados para alcanzar un tiempo de vida útil mínimo de 50 años, guardando un equilibrio entre los costos y beneficios obtenidos.

Las operaciones de transvase se llevan a cabo con compresores y bombas.

El compresor está instalado en una isleta formada por una plataforma de concreto y su protección será mediante la plataforma de concreto armado de 0.60 m de altura y además cumplirán con las distancias mínimas reglamentarias.

Las bombas estarán ubicadas dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y su protección será mediante la plataforma de concreto armado de 0.60 m de altura y además cumplirán con las distancias mínimas reglamentarias.

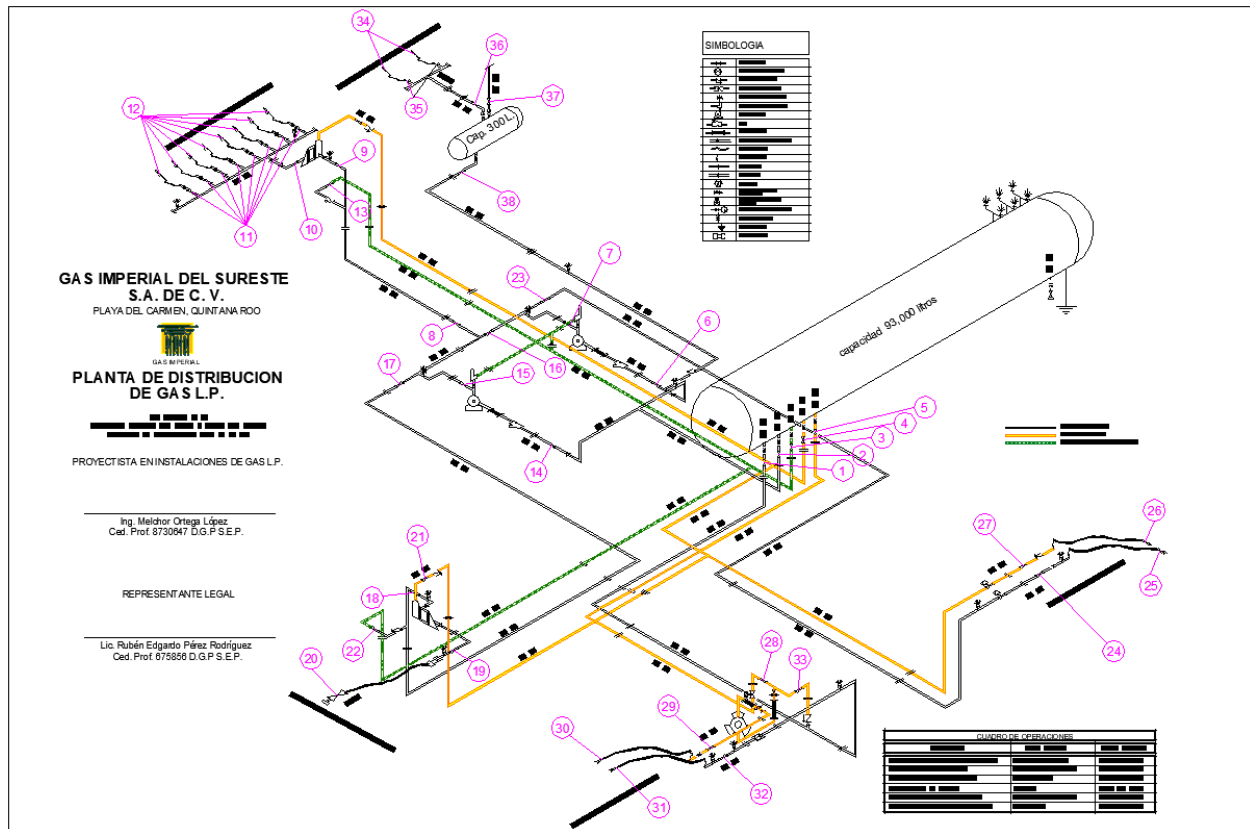
Cada bomba y su compresor, junto con su motor, estarán fijos en una base metálica la que a su vez sujetarán por medio de tornillos anclados a la base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y al compresor serán los apropiados para operar en atmósferas de vapor combustible y contarán con interruptor automático de sobrecarga, además estarán conectados al sistema general de tierra.

La descarga de la válvula de purga de líquidos de los compresores estará a una altura de 2.50 m sobre el nivel del piso.

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA ÚTIL (ESPECIFICADA POR EL FABRICANTE)	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACIÓN DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DEL SISTEMA
BOMBA	No. 1	CENTRIFUGA PARA GAS L.P. MARCA BLACKMER DE DE 5 HP.	TRIFASICA MOTOR ELECTRICO A PRUEBA DE EXPLOSION DE 220v. 189 L.P.M	10 AÑOS	SIN USO, NUEVO	LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES
BOMBA	No. 2	CENTRIFUGA PARA GAS L.P. MARCA BLACKMER DE DE 5 HP.	TRIFASICA MOTOR ELECTRICO A PRUEBA DE EXPLOSION DE 220v. 189 L.P.M	10 AÑOS	SIN USO, NUEVO	SUMINISTRO DE AUTO-TANQUES
BOMBA	No. 3	CENTRIFUGA PARA GAS L.P. MARCA BLACKMER DE DE 5 HP.	TRIFASICA MOTOR ELECTRICO A PRUEBA DE EXPLOSION DE 220v. 189 L.P.M	10 AÑOS	SIN USO, NUEVO	SUMINISTRO DE TANQUES DE CARBURACIÓN
COMPRESOR	No. 1	PARA GAS L.P. MARCA BLACKMER DE 15 HP	MOTOR ELECTRICO A PRUEBA DE EXPLOSION DE 220v. 148 G.P.M.	10 AÑOS	SIN USO, NUEVO	AREA DE DESCARGA DE TRANSPORTE TANQUES
COMPRESOR	No. 2	PARA GAS L.P. MARCA BLACKMER DE 15 HP	MOTOR ELECTRICO A PRUEBA DE EXPLOSION DE 220v. 148 G.P.M.	10 AÑOS	SIN USO, NUEVO	AREA DE DESCARGA DE TRANSPORTE TANQUES

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*



Las especificaciones de operación de los equipos auxiliares se muestran en la siguiente tabla:

a) Compresores.

Numero	1.y 2
Operación:	Descarga de semirremolque.
Marca	Blackmer
Modelo	491
Motor Eléctrico.	15 H.P.
R.P.M.	640
Capacidad Nominal	560 L.P.M (148 G.P.M)
Desplazamiento.	61.20 m ³ /hr
Tubería de gas - líquido.	76 mm (3") de diámetro
Tubería de gas - vapor.	51 mm (2") de diámetro

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

b) Bombas.

Numero	1	2
Operación:	Llenado de Recip. Transp.	Llenado de Autotanques.
Marca	Blackmer	Blackmer
Modelo	LGL-D21	LGL-D21
Motor Eléctrico.	5 H.P.	5 H.P.
R.P.M.	1750	1750
Capacidad Nominal	189 L.P.M (50 G.P.M)	189 L.P.M (50 G.P.M)
Presión Diferencial de Trabajo (Máxima).	3.00 Kg/cm ² .	3.00 Kg/cm ² .
Tubería de Succión.	51 mm (2") de diámetro.	51 mm (2") de diámetro.
Tubería de Descarga.	76 mm (3") de diámetro.	76 mm (3") de diámetro.

1.2.4 Pruebas de Verificación.

Prueba e inspección de soldadura en tuberías:

Las tuberías soldadas serán aplicadas por soldador calificado en la materia e inspeccionadas en un 25% por diámetro, mediante radiografiado por personal certificado aplicando código API 1104, técnica pared doble, esquema grafica 3 contando con informe por escrito y radiografías del resultado de la inspección.

Revisión de Hermeticidad:

Antes de la prueba de radiografiado se efectuará una revisión de Hermeticidad, tanto de tuberías y accesorios del sistema de almacenamiento de Gas L.P., y trasiego, como al sistema neumático de paro de emergencia, utilizando gas inerte (CO₂) y un manógrafo para una presión manométrica de 1.1 veces la máxima presión de diseño o sea 13.75 kg/cm², durante 24 horas, cuyo resultado se manifestará mediante informe por escrito, con presencia de la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P.

PINTURA ANTICORROSIVA Y COLORES REGLAMENTARIOS.

- a) El tanque de almacenamiento se tendrá pintado de color BLANCO BRILLANTE, en sus casquetes un círculo ROJO, de aproximadamente la tercera parte del diámetro del recipiente y rótulo "PELIGRO GAS L.P. INFLAMABLE", pintado con caracteres ROJOS no menores de 10 cm. LA CAPACIDAD TOTAL en litros-agua, así como el contenido y número económico con letras del tamaño de 25 cm. Como mínimo, la razón social de la empresa con letras de acuerdo al tamaño del diámetro del tanque.
- b) Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente de acuerdo al código colores normativos como son: de BLANCO las conductoras de gas en fase líquida, BLANCO con BANDA VERDE las que retornan gas en fase líquida al tanque de almacenamiento de AMARILLO las que conducen gas en fase de vapor, de NEGRO para los conductores eléctricos, ROJO las tuberías que conducen agua del sistema contra incendio y AZUL las que conducen aire.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- c) La plataforma de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la planta, se encuentran pintadas con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

La descripción de las condiciones de operación de cada uno de las plantas de proceso e infraestructura de servicios propuestos del esquema de refinación de la Refinería Dos Bocas se realiza con base en plantas prototipo, pudiendo ser de diferentes capacidades, misma que se citan a continuación.

Balance de materia.

Como se ha mencionado las operaciones unitarias corresponde al almacenamiento y trasiego de gas L.P. por lo que no es necesario llevar a cabo un balance de materia, en este caso la entrada de gas es igual a su salida (considerando pérdidas por fugas o venteos), por al cambio físico de líquido a gas.

Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

Las condiciones de operación de los tanques y de los equipos auxiliares se presentan en la siguiente tabla:

Las condiciones de operación son las siguientes:

Operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.					
Recipiente de Almacenamiento					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	93,000.00	Máxima.	17.50	Máxima.	Ambiente
Mínima	79,050.00	Mínima	7.00	Mínima	Ambiente
Compresor 1 y 2					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm²		Temperatura en °C	
Máxima.	560 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	5	Mínima	Ambiente
Bomba 1 Llenado de Recipientes Transportables					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm²		Temperatura en °C	
Máxima.	189 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	7	Mínima	Ambiente
Bomba 2 Llenado de Auto-tanques					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm²		Temperatura en °C	
Máxima.	189 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	7	Mínima	Ambiente

Operación de la Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación.					
Recipiente de Almacenamiento					

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm ²		Temperatura en °C	
Máxima.	4, 913	Máxima.	17.58	Máxima.	Ambiente
Mínima	variable	Mínima	7.00	Mínima	Ambiente
Bomba 3 Llenado de Recipientes para Carburación.					
Capacidad de llenado en Lts		Presión en Kg/cm ²		Temperatura en °C	
Máxima.	189 Lts/min	Máxima.	10	Máxima.	Ambiente
		Mínima	5	Mínima	Ambiente

Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

El gas L.P., es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas (6–9 Kg. /cm²) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

El gas que se encuentra “encerrado” en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 Kg. /cm². Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa están en equilibrio.

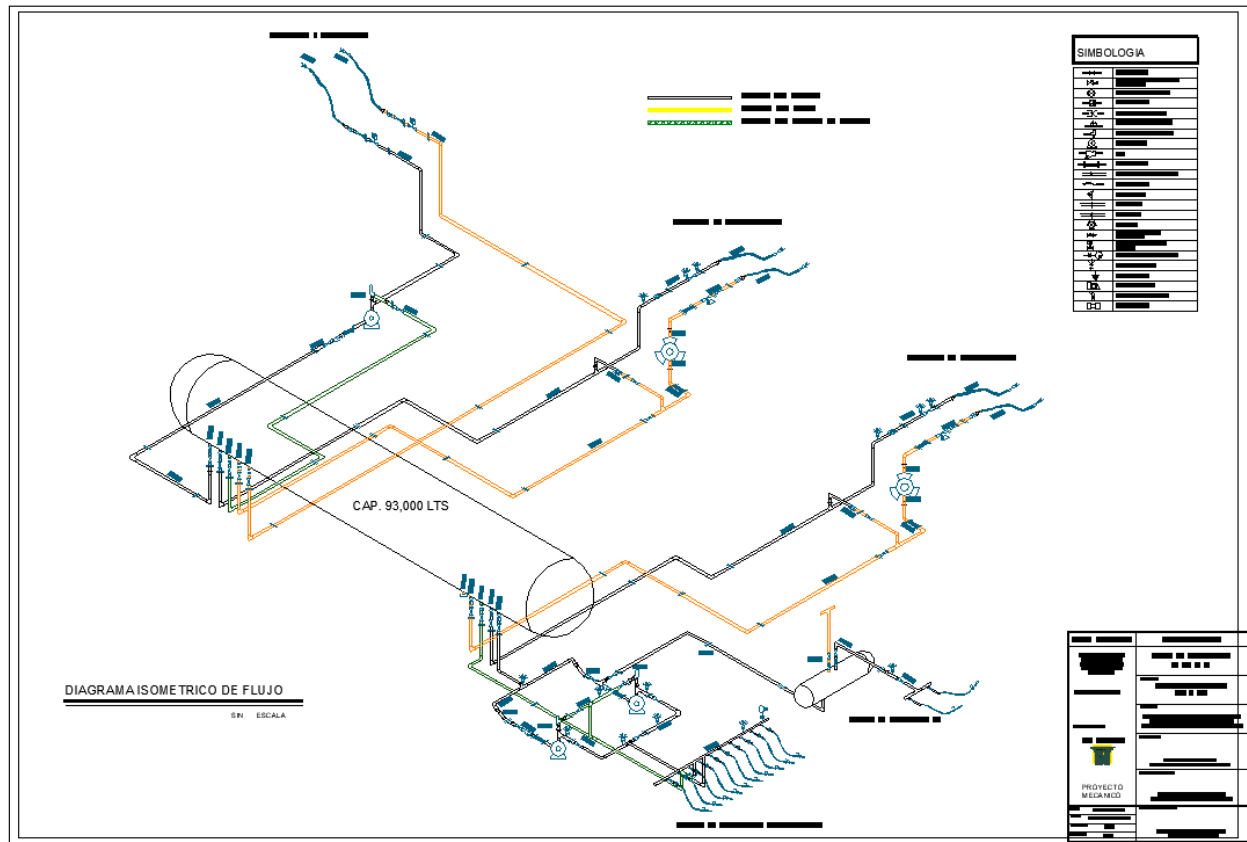
El gas L.P. es más pesado que el aire (su densidad relativa es 2.01, aire = 1.0). Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión.

Características del régimen operativo de la instalación (continuo, intermitente o por lotes).

El régimen operativo del sistema de Gas L.P. es intermitente.

Diagramas de tubería e instrumentación (DTI'S) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

Los diagramas de tubería e instrumentación se presentan en el **Anexo Planos del Proyecto**.



I.3.1. Especificación del Cuarto de Control N/A. Describiremos el Cuatro Eléctrico.

Detallaremos el Cuarto Eléctrico para cada instalación de proceso deberá estar diseñado para soportar las condiciones meteorológicas del sitio.

A. *Objeto de las especificaciones:*

El objetivo principal de este proyecto es suministrar energía eléctrica en alta y baja tensión a la Planta de Distribución de Gas L.P., y Estación de Servicio con fin específico para vehículos automotores, autoconsumo y comercial en Playa del Carmen, Q. Roo.

Las especificaciones y cálculos están basados en su totalidad en las siguientes publicaciones que servirán de base para cualquier consulta: NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 2012, así como en las especificaciones de CFE y el Estándar 80 del IEEE.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

B. Localización:

Las instalaciones de la Planta se ubican en el Km. 274+680 Carretera 307 Tulum–Playa del Carmen, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana, Roo.

C. Descripción:

Dicha planta consta de un área de plataforma, cisterna, muelle de cilindros, cuarto eléctrico y oficinas. Así como también área de alumbrado general.

Dichas áreas demandan una potencia de 67,535 W.

D. Alcance del proyecto:

- a) Alimentador en alta tensión, subestación, alimentadores generales a planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P.
- b) Circuitos derivados.
- c) Sistema de tierras.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ALIMENTADOR GENERAL EN ALTA TENSIÓN.

E. Acometida en alta tensión:

La acometida para la subestación de la Planta se proyecta saliendo de las instalaciones existentes de CFE para ingresar a una acometida aérea y recibirlas en un poste para una subestación del mismo tipo, instalada en el área, para lo cual se emplea un transformador de 75 Kva. 3 fases con una relación de voltaje 34,500/220-127 Volts. La medición es de media tensión, los kVA del transformador se determinaron en función de la carga por alimentar.

I.3.2. Sistemas de Aislamiento. N/A:

Descripción de manera general los dispositivos que deberán ser implementados en la Planta de distribución de Gas L.P., son los siguientes:

Válvulas de Emergencia de Acción Remota.

La válvula de seguridad de "paro de emergencia de acción remota" está instalada en la zona de recepción y suministro en las líneas de líquido y vapor, con la finalidad de cortar el flujo de gas en el momento de una descarga imprevista a la intemperie. Esta se puede controlar operando la válvula antes mencionada, despresurizando la línea de aire que va a dicha válvula para que ésta cierre automáticamente.

Toma siamesa.

Como prevención en alguna contingencia, la Planta cuenta desde el exterior en un lugar de fácil acceso y debidamente identificada, con una toma siamesa cuyo objeto es inyectar directamente a la Red contra Incendio el agua que sea proporcionada desde el exterior; como también, a la cisterna en caso de no contar con el equipo de bombeo necesario en el exterior.

La operación consiste en el manejo de válvulas de compuerta seguida de una válvula no retroceso para habilitar la toma siamesa a la red del sistema de enfriamiento.

Se cuenta con dos equipos para acercamiento al fuego, consistentes en un casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón. Estos dos equipos están ubicados en lugar accesible para uso del personal.

Sistema de enfriamiento para los tanques de almacenamiento.

El tanque contara con un sistema de enfriamiento que consiste en un anillo, que cubre su perímetro horizontal, compuesto de 24 aspersores ubicados simétricamente, las tuberías serán soportadas mecánicamente en su parte central por la propia tubería alimentadora y hacia los lados por soportes apoyados sobre el tanque a una distancia de 5.00 metros como máximo entre ellos, formando dos conjuntos de tres soportes cada uno, hacia cada lado de la tubería central. Estos soportes serán contruidos de solera de fierro de 4" x 5/16 en forma de una semicircunferencia, el anillo de solera formando tendrá en su cara interior un separador de asbesto de 1/16" de espesor y llevará por su cara exterior dos tramos de canal de acero de 3" con longitud de 0.85 cm soldados radicalmente a 90° y serán reforzados cada uno con dos cartabones triangulares de placa de acero soldados sobre canal y solera y en el extremo libre se colocará una abrazadera "U" de 3" que soportará a los tubos de distribución de rociado.

Por lo tanto, se instaló una bomba eléctrica de 40 H.P. y para el motor de combustión interna, se selecciona un motor con una potencia nominal de 46 H.P., considerando para el motor de gasolina un rendimiento del 90%.

Sistema de alarma.

Se cuenta con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica la cual se alimenta en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad en su funcionamiento, siendo operada sólo en casos de emergencia.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

1.4.1 Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

El histórico de Accidentes es una base de datos de los accidentes que han ocurrido en instalaciones similares a la que se está analizando, con ayuda de ello se puede llevar a cabo un Análisis Frecuencial, de la periodicidad con la presentan los distintos tipos de accidentes, así como la búsqueda de los agentes que pudieron causar dichos eventos, revisando las condiciones de seguridad y operación en las instalaciones existentes o en las que se van a construir, lo que nos llevará a mejorar sustancialmente los diseños y procedimientos de operación y seguridad.

El Análisis Histórico de Accidentes es una herramienta de identificación de riesgos que hace uso de los datos recogidos del pasado de accidentes ocurridos en instalaciones similares y permite vislumbrar el potencial riesgo que tiene la instalación.

Sin embargo en México la cultura de previsión de accidentes no ha alcanzado mecanismos que permitan tener trazabilidad sobre los distintos accidentes que ocurren, incluso la búsqueda de las causales no se realiza o se obvia, dificultando el Análisis del Histórico de Accidentes, sin amargó, hay estadísticas que indican que el mayor número de emergencias relacionadas con el Gas L.P., tienen que ver, con el uso inadecuado del gas a nivel doméstico, y se deben en mayor medida por la falta, de mantenimiento en instalaciones y aparatos; en segunda instancia se tiene a la distribución del gas por parte de las compañías, quienes transportan el hidrocarburo por medio de auto-tanques (pipas) a domicilio.

Los principales factores que están posiblemente vinculados a la ocurrencia de riesgos son sucesos individuales, que involucran a una o pocas personas, es decir el error humano, la falta o deficiente inspección y/o verificación de los equipos, la falta de mantenimiento y en menor medida la falla de equipos o fenómenos externos ajenos al proceso de operación de la Planta de Distribución de GLP.

El almacenamiento, transporte y distribución del Gas L.P. son actividades consideradas que presentan un nivel de riesgo alto y no por la frecuencia con la cual pueden presentarse los accidentes, sino por la potencial gravedad de sus consecuencias en caso de convertirse en un suceso no controlado.

La referencia más evidente de esto es el evento catastrófico ocurrido en 1984, en la Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México., en donde una fuga en una tubería de alimentación de 8” a una de las esferas de almacenamiento, provocó una serie de explosiones (BLEVE’S), estimando que se vieron involucrados más de 15 mil metros cúbicos de Gas L.P., (15,000,000.00) afectando un radio de más de 800 metros alrededor de la Terminal, ocasionando 650 defunciones, 2,500 lesionados, más de 25 mil damnificados, 60 mil evacuados y daños materiales estimados en más de 2 mil millones de pesos.

I.4.2 Metodologías de Identificación y Jerarquización.

Actualmente las disposiciones gubernamentales en temas importantes como la seguridad, salud y protección ambiental, indican dar cumplimiento para aquellas instalaciones nuevas que manejen sustancias altamente riesgosas deberán contar con su Estudio de Riesgo Ambiental durante el diseño de las instalaciones, previo a la construcción, así como en la etapa de operación de las mismas, para lo cual es indispensable primero la identificación de posibles peligros que se pueden presentar.

Existen una serie de técnicas para la identificación de peligros que permiten una adecuada detección de los mismos, dependiendo del tipo de información técnica disponible y la etapa de la vida útil del proyecto, para su posterior valoración cualitativa y cuantitativa de los posibles riesgos presentes en cualquier proceso, a fin de minimizarlo o controlarlo.

Estas técnicas se basan en el trabajo multidisciplinario de expertos del proceso desde diferentes perspectivas, analizando por partes dicho proceso, de tal manera que se detecten y analicen la mayor cantidad de las condiciones que puedan conducir a situaciones de peligro con diversos niveles de riesgo.

Como consecuencia del análisis, se realiza la estimación del riesgo para cada escenario propuesto y se proponen y jerarquizan recomendaciones de mejora, realizando un seguimiento del cumplimiento de las mismas.

Existen numerosas metodologías de identificación y evaluación de riesgo que son reconocidas y aplicadas internacionalmente, algunas son:

1. Revisión de Seguridad, Safety Review (SR).
2. Análisis de Lista de verificación, Checklist Analysis (CL).
3. Ponderación Relativa, Relative Ranking (RR).
4. Análisis Preliminar de Riesgo, Preliminary Hazard Analysis (PHA).
5. Análisis que pasa sí, What if Analysis (WI).
6. Análisis Que pasa sí / Lista de verificación, What if / Check list (WI/CL).
7. Estudio de análisis de riesgo y operabilidad, Hazard and Operability Analysis (HazOp).
8. Análisis de modo de falla y sus efectos, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).
9. Análisis de árbol de eventos, Event Tree Analysis (ET).
10. Análisis de árbol de fallas, Fault Tree Analysis (FT).
11. Análisis Causa-Consecuencia, Cause Consequence Analysis (CCA).
12. Análisis de confiabilidad humana, Human Reliability Analysis (HRA).

A continuación, describiremos las más comúnmente usadas en diferentes industrias:

Análisis What If...?

El método donde la traducción literal de este término es “¿Qué pasa si...?”, consiste en cuestionarse el resultado de la presencia de sucesos indeseados que pueden provocar consecuencias adversas sobre las instalaciones objeto de estudio.

El método exige el planteamiento de las posibles desviaciones del diseño, construcción y modificaciones en las condiciones de operación de una determinada instalación, por lo que se requiere un conocimiento básico del sistema y la disposición mental para combinar o sintetizar las desviaciones posibles ya mencionadas.

Para su desarrollo es necesaria la presencia de personal con experiencia en el proceso, preferiblemente las personas que integran el grupo multidisciplinario de análisis de riesgos, las cuales son dirigidas por un líder que conoce y domina la tecnología en sesiones de varias horas de duración.

El líder plantea y cuestiona desviaciones o situaciones anómalas e indeseables sobre las instalaciones o actividades a desarrollar y el equipo de trabajo debe de ir indicando las consecuencias que se producirían ante esas desviaciones, así como la manera en que las instalaciones por si solas corrigen la desviación, en caso de hacerlo. También se indica para cada cuestionamiento las recomendaciones adecuadas para evitar que se produzcan las desviaciones y las observaciones pertinentes.

¿Las etapas fundamentales del análisis What if...? son

- Definición del alcance del estudio.
- Recopilación de la información necesaria (diagramas de flujo, diagramas de tuberías e instrumentación, actividades a llevar a cabo e isométricos fundamentalmente).
- Definición del equipo de trabajo.
- Desarrollo del cuestionario.
- Informe de resultados.

¿La técnica What if...?, referida en los anteriores puntos fue seleccionada entre otras técnicas de identificación de riesgo dado que:

- Es un método cualitativo de identificación de riesgos que requiere de una adaptación por parte del analista al caso particular que se pretende analizar.
- El método exige el planteamiento de las posibles desviaciones desde el diseño, construcción y modificaciones de operación de una determinada instalación.
- El método tiene un ámbito de aplicación extenso ya que depende del planteamiento de las preguntas que puedan ser relativas a cualquiera de las áreas que se proponga la investigación como: seguridad eléctrica, protección contra incendios, seguridad personal, etc.
- Las preguntas se formulan en función de la experiencia previa y se aplican tanto a proyectos de instalación, como a plantas en operación o actividades discontinuas, siendo muy común su aplicación ante cambios propuestos en instalaciones existentes.
- Las cuestiones las formula un equipo especialista que requiere documentación detallada de la planta, del proceso, de los procedimientos y entrevistas con personal de operación, sin embargo, no requiere de un soporte informático y los resultados que proporciona es un listado de posibles escenarios incidentales, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción del riesgo.

Estudios de Riesgo y Operabilidad (HazOp).

El **HazOp** es una técnica que puede identificar peligros de procesos y problemas de operativa, considerando de manera sistemática las desviaciones a la intención original o al diseño en un determinado proceso, mediante la aplicación de “palabras guía” tales como “MAS”, “MENOS”, etc. a los parámetros de ese proceso, y lograr de este modo identificar desviaciones no deseadas.

Es una metodología para la cual se requiere una sesión grupal con un conjunto multidisciplinario de participantes. La técnica es relativamente general y puede ser aplicada a una amplia gama de procesos de variada complejidad. Es muy utilizada para la identificación de riesgos, con aplicaciones en distintas ramas de la industria (química, petroquímica, petróleo y gas, etc.)

Las características más importantes de un estudio de **HazOp** son las siguientes:

- Palabras Guía
- Desvíos de la Intención de Diseño
- Causas
- Consecuencias
- Riesgos
- Dificultades Operativas

La INTENCION define como debe funcionar un determinado equipo o parte del mismo, o como debe realizarse una operación.

Las PALABRAS GUIA son simples palabras que se usan para estimular a los participantes en el proceso de identificar diferentes desviaciones particulares.

Las DESVIACIONES son apartamientos de la intención, los cuales son descubiertos mediante la aplicación sistemática de las palabras guía.

Las CAUSAS son las razones por la cuales las desviaciones podrían ocurrir.

Las CONSECUENCIAS son los resultados de tales desviaciones.

HAZOP es una metodología que permite identificar problemas que puedan conducir a un evento riesgoso o a fallas de operabilidad en un sistema complejo.

HazOp es esencialmente una primera etapa en procesos de evaluación de riesgos, con el objetivo implícito de determinar *qué es lo que puede andar mal*. Puede decirse que el método **HazOp** es típicamente usado para:

- Evaluación del grado de adecuación del diseño, p.ej. en las etapas de diseño conceptual, preliminar y de detalle;
- Evaluación de grado de adecuación de la instalación de la planta o proceso;
- Evaluación de áreas con problemas;
- Evaluación de modificaciones en el diseño.

Las ventajas o beneficios de la aplicación de **HazOp** son los siguientes:

- La identificación temprana de problemas al aplicarlo en la etapa conceptual del diseño;
- El examen detallado de los riesgos y los problemas de operabilidad cuando se aplica en la etapa de detalle, con resultados tales como las mejoras de diseño antes de la compra de equipos, construcción y comisionado de la instalación;
- Estimula la creatividad en la evaluación conceptual del diseño;

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Para desarrollar un estudio **HazOp**, se requiere de una descripción completa del proceso, la cual permita definir la intención del diseño. Esto permitirá conocer las condiciones críticas de operaciones consistentes en volúmenes, presiones, así como las medidas de seguridad y condicionantes aplicadas en cada etapa.

1. División en áreas o secciones a analizar.

Es conveniente dividir en secciones la instalación o proceso a evaluar, esto permitirá en primera instancia hacer más simple el trabajo, evaluar de forma puntual y más a detalle cada una de las partes del proyecto.

2. Aplicar palabras guías en cada sección.

Durante el proceso de planeación para la aplicación de la técnica HAZOP, es necesario analizar todas las posibles palabras guía o clave existentes, factibles de aplicar a la instalación a analizar, dependiendo del giro, proceso y variables operativas principales del proceso, por lo que a continuación se muestran algunas de las palabras guía que son viables de aplicar a cualquier tipo de instalación.

Palabras Guía	Significado	Comentarios
NO	La negación total de los propósitos.	No se logra parte de los propósitos pero no sucede nada más.
MAS MENOS	Incremento o disminución cuantitativa	Esto se refiere a cantidades – propiedades, como proporciones de flujo y temperaturas, así como también actividades como “Calor” y “Reaccionar”.
ADEMAS DE	Un incremento cualitativo	Todos los propósitos del diseño y de operaciones se logran conjuntamente con alguna actividad adicional.
PARTE DE	Una disminución cualitativa	Sólo se logran algunos de los propósitos, otros no se logran.
REVERTIR CONTRARIO	Lo opuesto lógico	Esto se aplica la mayoría de las veces a actividades, por ejemplo, flujo revertido o reacciones químicas. También se pueden aplicar a sustancias, como VENENO en vez de ANTIDOTO o isómeros ópticos “D” en vez de “L”.
EN VEZ DE DIFERENTE	Sustitución completa	No se logra ninguna parte del propósito original. Se produce un fenómeno diferente.

Por lo anterior, se determinó el uso de palabras guía. Las palabras guías aplicadas básicamente son:

NO, MAS, MENOS, adicionalmente se pueden considerar palabras específicas al tipo de proceso, o variable de operación como; NO FLUJO, FUGA, RUPTURA, ALTO O BAJO NIVEL, etc., estas palabras deben de definirse antes de iniciar la evaluación.

Determinar las desviaciones significativas.

Una vez que se tiene conocimiento del diseño y se han aplicado las palabras clave, se pueden evaluar los puntos donde se pudiera presentar alguna anomalía, tanto en el diseño como en

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

la operación. Las desviaciones o consecuencias significativas son aquellas fallas que pudieran representar un riesgo tanto al proceso, como al personal que lo opera.

Proponer las medidas preventivas o correctivas según sea el caso.

Una vez que se han determinado los puntos críticos, así como las consecuencias, se pueden proponer las medidas correctivas en el diseño o las modificaciones en el proceso, para evitar o disminuir las desviaciones detectadas.

Aplicar estas medidas y evaluar el diseño u operación.

Todos los estudios **HazOp**, tienen que ser evaluados en repetidas ocasiones, o hasta que se determine un punto de operación aceptable. Este tipo de estudios se puede aplicar considerando varios criterios, ya sean Seguridad, Diseño o Producción. A continuación, se presentan ciertos parámetros y características para la realización del análisis **HazOp**, a las instalaciones de la planta.

Definiciones:

NODO: Es un punto, sección o área de estudio del sistema, proceso o instalación, al cual se analizarán e identificarán todos los riesgos inherentes de un evento indeseable y en los cuales se pueden presentar las siguientes condiciones:

Una transferencia de materia o energía (Operaciones unitarias tales como: destilación, absorción, etc.), un incremento de energía potencial debido a medios mecánicos, tales como bombas o compresores, una separación de fases, etc.

Por lo anterior un nodo es una parte, sección, o área de estudio de un sistema integral. Cada línea, pieza, equipo puede ser seleccionado o examinado como un nodo, esto dependerá de que tan a detalle se requiera el estudio, sin embargo, en la práctica común se toma o establece un nodo como una sección del proceso, operación unitaria, etc.

Los nodos han sido seleccionados para representar puntos críticos en el proceso e instalaciones donde pueden ocurrir cambios.

Los nodos seleccionados no incluyen equipo idéntico o redundante (relevé), a menos que las funciones de apoyo sean secundarias para una de las partes.

Propósito o intención de diseño:

Describe la forma en que se espera funcione el elemento analizado, pudiendo tomar varias formas tales como líneas, equipos (recipientes, bombas, compresores, etc.), sistemas u operaciones unitarias.

Desviaciones: Son los cambios o variaciones que se pueden presentar durante la operación del sistema, lográndose mediante la combinación de la palabra clave seleccionada, más la variable de operación del sistema analizado, como no-flujo, alta o baja presión, etc.

Causas: Son las razones, por las que se pueden presentar las desviaciones. Cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

Consecuencias: Son los resultados o evento de riesgo, que se obtendrán en caso de que se presentaran algunas desviaciones.

Salvaguardas: Son las medidas de seguridad, dispositivos, instrumentación, programas, planes, etc., con que cuenta el sistema, para cada causa, con el propósito de prevenir o mitigar las consecuencias asociadas.

Recomendaciones: Para todas las causas identificadas y tomando como base las consecuencias de ocurrencia y salvaguardias existentes en el lugar, se proponen adicionalmente las recomendaciones necesarias, dirigidas a lograr una disminución o control del riesgo identificado. Resulta importante señalar, que se pueden incluir cambios tanto de diseño como de parámetros operativos.

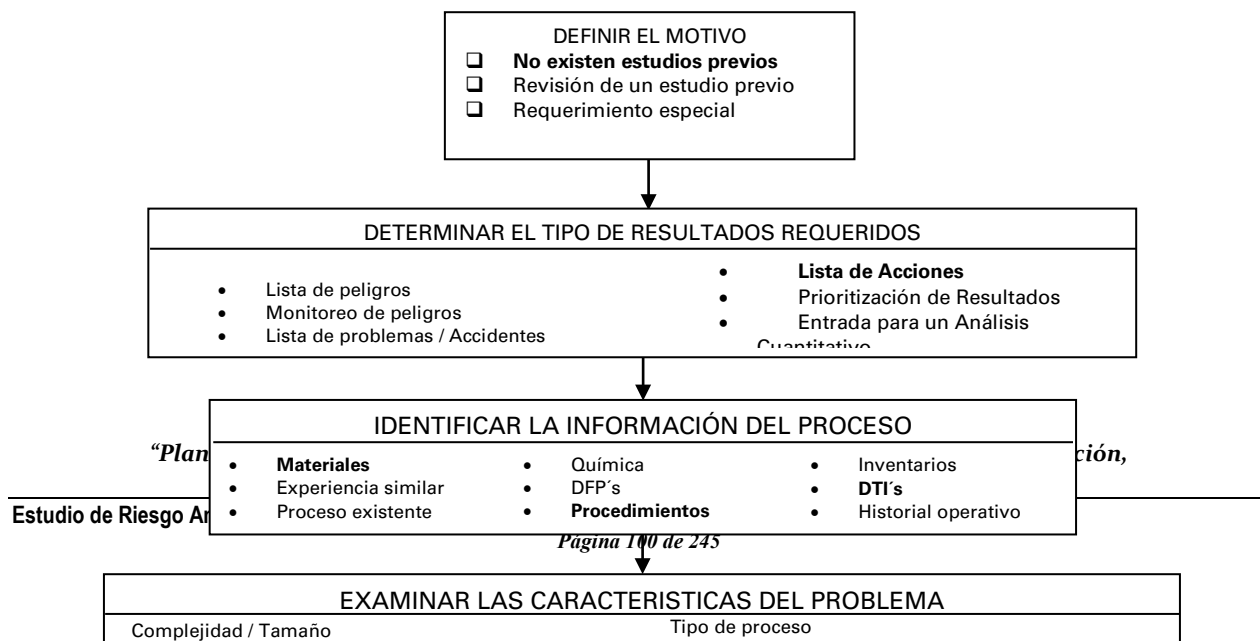
Selección de técnica de identificación de riesgos.

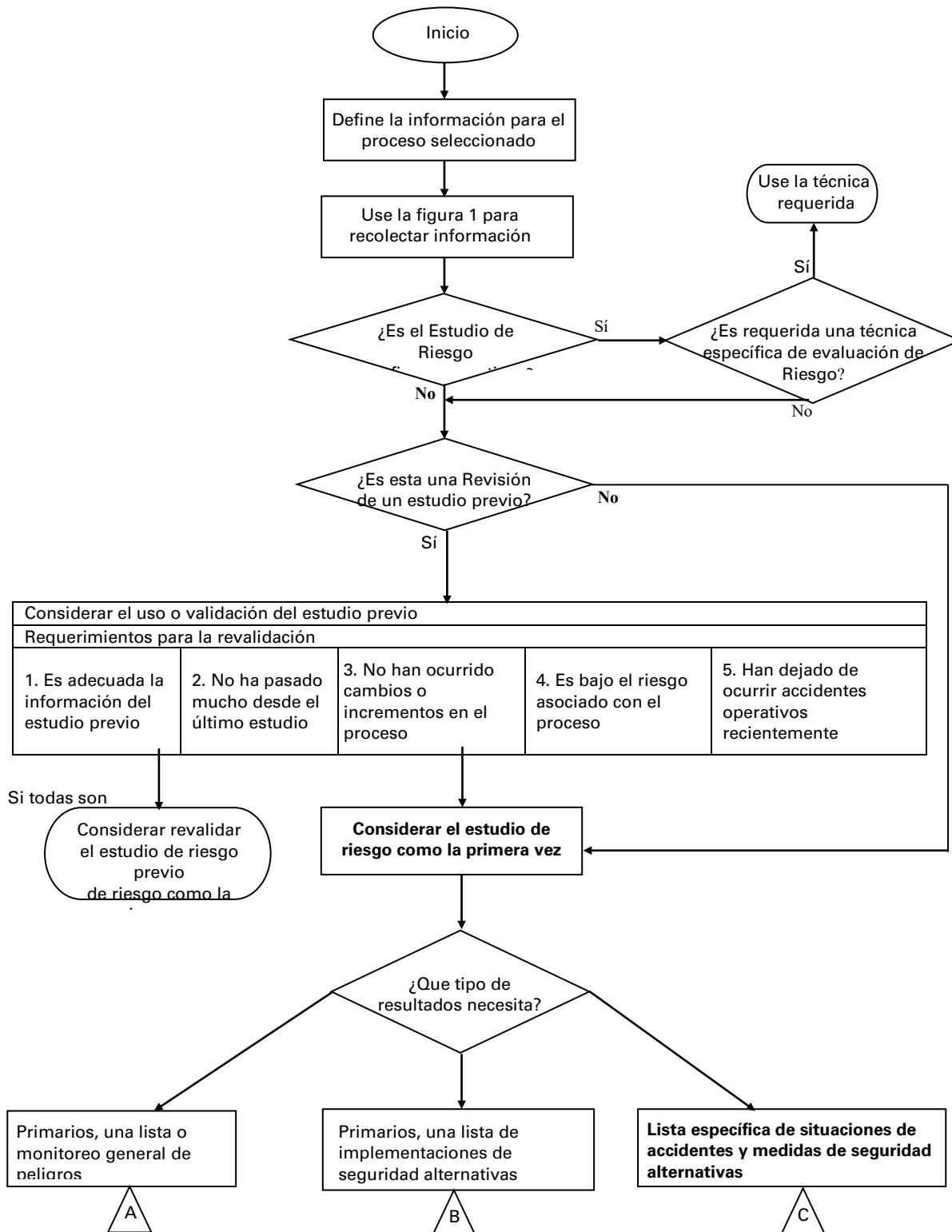
Los puntos de riesgo de una instalación se enfocan a todas aquellas áreas de operación que en un momento dado pueden causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente, ya sea por explosión, incendio o toxicidad, los pasos más comunes para llevar a cabo una identificación y jerarquización de riesgos son:

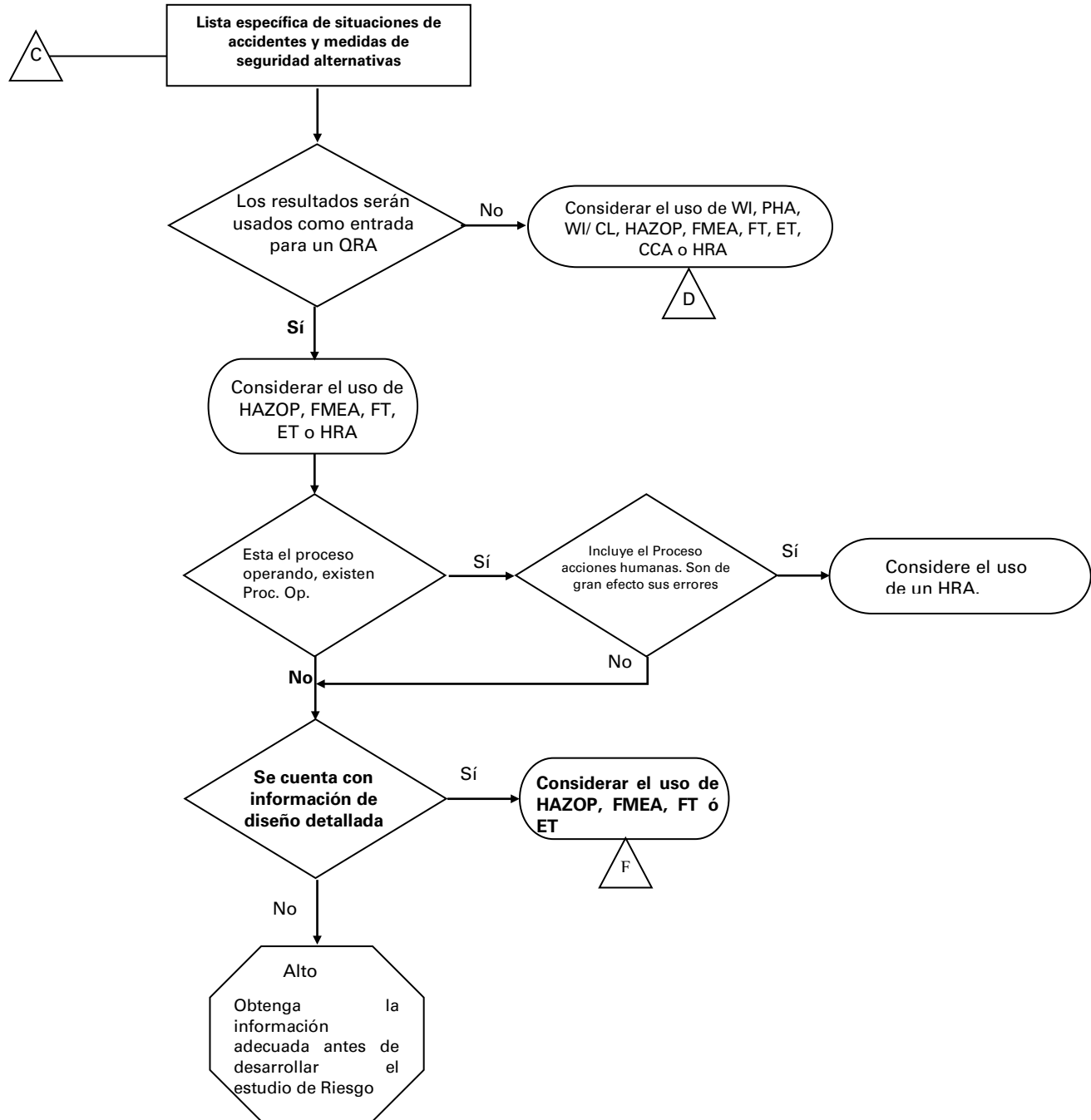
- Selección de la técnica de identificación de riesgos.
- Análisis y evaluación de riesgos.
- Jerarquización de riesgos.
- Análisis de consecuencias.

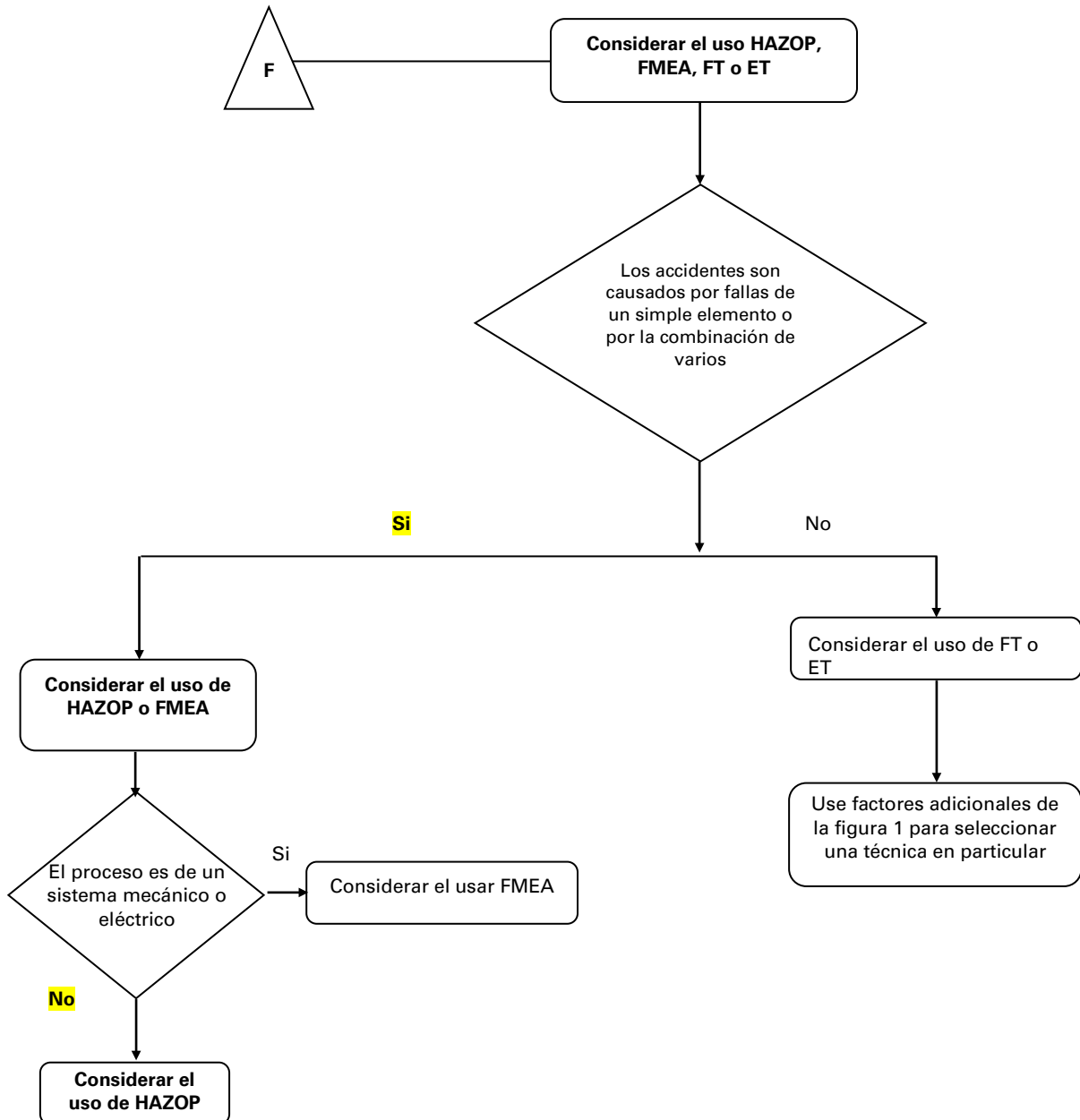
La selección de la metodología para la identificación de riesgos se basó en la guía sugerida por el Centro de Seguridad en Procesos Químicos (CCPs) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) publicada bajo el título de Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, segunda edición con ejemplos desarrollados, 1995.

Los factores que se involucran para la selección de la metodología son los siguientes:









Asimismo se consideraron criterios para la identificación de riesgos como: tipo de resultado requerido (lista de problemas / accidentes y lista de acciones); información con que se cuenta del proceso (experiencia similar, diagramas de la instalación, historial operativo “en instalaciones similares”) características del problema (operación simple, proceso mecánico, operación continua, peligro de inflamabilidad, explosividad y toxicidad, situación falla aislada, accidentes proceso fuera de control); riesgo percibido e historial (amplia experiencia, historial de accidentes actualizado, riesgo percibido medio).

Para profundizar en el análisis de riesgo posteriormente a la identificación y jerarquización de escenarios de riesgo obtenidos a través del **HazOp**, se aplicarán las técnicas de Arboles de Fallas (FMEA). y Arboles de Eventos (ET) con el fin de cuantificar la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados y en consecuencia la identificación y propuesta de mejoras a las instalaciones con objeto de disminuir dicha probabilidad de ocurrencia.

Resultados del HazOp.

En el caso de la metodología **HazOp** se determinaron seis nodos de análisis:

Nodo	Operaciones que se llevan a cabo.
Nodo 1 Isleta de Recepción de Gas L.P.	Recepción de gas L.P. de semirremolques en isleta de tomas de recepción de 3” de Ø para gas-líquido y toma de 1 ¼” de Ø para gas-vapor a 10 kg/cm ² . Envío de gas L.P. de la isleta de tomas de recepción al tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 3” de Ø, a una presión de 10 kg/cm ² .
Nodo 2. Área de Almacenamiento	Almacenamiento de gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 93,000 Lt. Al 100%. Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento a la bomba de suministro de Auto –tanques por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”. Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento a la bomba de suministro de Múltiple de Llenado por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”. Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento para la estación de Carburación por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”.
Nodo 3 Isleta de Bomba de Suministro a Autotanques	Recepción de gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2” y 3” de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm ² . Suministro de Gas Autotanques (Tomas de Suministro)
Nodo 4 Isleta de Bomba de Suministro a Múltiple de Llenado.	Recepción de gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2” y 3” de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm ² . Suministro de Gas al múltiple de Llenado (Tomas de Suministro)
Nodo 5 Estación de Carburación	Recepción de gas L.P. a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2” y 3” de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm ² . Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 4 913 Lt. Suministro de gas Carburante a vehículos.
Nodo 6 Sistema de Vaciado de Recipientes Transportables.	Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 300 Lt.

Se determinaron **46 desviaciones** de operación:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Esc.	Desviación
Nodo 1: Isleta de Recepción de Gas L.P	
1.1	No se presenta Flujo de gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al tanque de almacenamiento
1.2	Menor flujo en la descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.
1.3	Menor presión, la descarga de gas al tanque de almacenamiento no es con la presión normal.
1.4	Mayor presión en las líneas de descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.
1.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
1.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
Nodo: 2 Área de Almacenamiento.	
2.1	No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envío o recepción de gas.
2.2	Menos Flujo. El envío de gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal.
2.3	Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción de gas L.P.
2.4	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.
2.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.
2.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
2.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
2.8	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento. El tanque presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo.
2.9	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.
2.10	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.
2.11	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.
2.12	De otra manera. Ruptura Total de Tanque.
Nodo 3: Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Auto-tanques	
3.1	Menor Flujo. En el suministro de Gas a los auto-tanques.
3.2	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor a la norma.
3.3	Menor Presión.
3.4	Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es mayor a la presión normal de operación.
3.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
3.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
Nodo 4: Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Múltiple de Llenado	
4.1	No Hay flujo
4.2	Menos Flujo. El envío de gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal.
4.3	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal.
4.4	Menor presión
4.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.
4.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
4.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.

Nodo: 5 Estación de Carburación.	
5.1	Menos Flujo. El envío de gas L.P. a las bomba de suministro es con un menor flujo al normal.
5.2	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.
5.3	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.
5.4	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
5.5	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
5.6	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento. El tanque presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo.
5.7	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.
5.8	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.
5.9	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.
5.10	De otra manera Ruptura Total del Tanque
Nodo: 6 Sistema de vaciado de Recipientes Transportables	
6.1	Menor presión
6.2	Mayor Nivel
6.3	Mayor Corrosión interna.
6.4	Mayor Corrosión Externa
6.5	Ruptura del Total del Tanque.

Análisis cualitativo de la magnitud de los riesgos.

Durante la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos se elaboró de forma simultánea el proceso de jerarquización de los eventos identificados, con objeto de seleccionar los postulados finales sobre los que se proseguirá el Análisis de Consecuencias y de Frecuencia, así como para definir aquellos que, estando en una situación de riesgo intermedia, deben ser cuestionados sobre la justificación o no de la implantación de las recomendaciones que a ellos aplican, mediante la metodología Costo-Beneficio.

Matriz de jerarquización de riesgos.

La Matriz de Jerarquización de Riesgo relaciona la severidad de los escenarios mediante el uso de índices ponderados de la severidad de las consecuencias (o afectación) y de la probabilidad de ocurrencia del incidente. El índice de evaluación de la consecuencia permite identificar la magnitud de las consecuencias en relación con los daños probables tanto a la salud como a la economía de la instalación. Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia de un incidente, depende directamente del nivel de protección del equipo, así como del historial de la frecuencia de fallas que funjan como eventos iniciantes en el desarrollo de los escenarios evaluados.

La matriz de riesgo representa en forma gráfica la ponderación de riesgo que pueden tomar cada uno de los escenarios, para lo cual, se definen tres regiones que indican el tipo de riesgo que tiene el escenario y las acciones que deben ser tomadas.

Caracterización y jerarquización de riesgos.

Matriz de riesgos.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

FRECUENCIA	ALTA (F4)	B	B	A	A
	MEDIA (F3)	C	B	B	A
	BAJA (F2)	D	C	B	A
	REMOTA(F1)	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		CONSECUENCIA			

Frecuencia de cada escenario.

Se definen 4 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos, en función de las frecuencias con que se estima que puedan presentarse.

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		cualitativo
Alta	F4	$> 10^{-1}$	> 1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
Media	F3	$10^{-1}-10^{-2}$	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos 1 vez en la vida de las instalaciones
Baja	F2	$10^{-2}-10^{-3}$	1 en 100 años a 1 en 1000 años	Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
Remota	F1	$<10^{-3}$	< 1 en 1000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

Tabla de consecuencias

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y a la salud pública	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad pública	Evacuación: lesiones menores o afectación a la seguridad pública moderada; costos por afectación y daños entre 5 y 10 millones de pesos.	Evacuación lesionados; una o más fatalidades afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos.
Seguridad y salud del personal y contratistas	Sin afectación lesiones; primeros auxilios	Atención médica; lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal, efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades, lesionados graves con daños irreversibles, incapacidad parcial o total permanente
Al ambiente				
Efectos en el centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades;	Preocupación en el sitio por fuego y llamaradas; ondas de	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones

**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
	en los límites de reporte; partículas y polvos en el aire	emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	o nubes tóxicas, evacuación del personal
Efectos fuera del centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas vecinales	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores quemadores operando continuamente; ruidos presentes y presencia de humo	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo, presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos daño significativo a largo plazo de la flora y la fauna o repetición de eventos mayores.
Descargas y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar muerte a peces.	Remediación requerida; fuego y humo que afectan las áreas de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere gran esfuerzo para remediación. Efectos sobre la flora y la fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua
Al negocio.				
Pérdida de producción daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menos de 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 20 millones de pesos	MS de un mes de paro. Daños a las instalaciones y propiedades; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da alerta por parte de las autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor proceso judicial
Daños en propiedad a terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total a los bienes o del funcionalidad de los bienes, posibilidad de lesiones fatales	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
A la imagen				
Atención de los medios del evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros

Jerarquización de Riesgos

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos **HazOp**, donde se le asigna una

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación. El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias, en el **Anexo K (Informe Técnico)** del presente estudio se encuentran los resultados de la metodología Jerarquización de Riesgos.

Tipos de Riesgos.

Tipo A – Riesgo intolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” 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 Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días

Tipo B – Riesgo indeseable: 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.

Tipo C – Riesgo aceptable 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.

Tipo D – Riesgo razonablemente aceptable: El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas.

Finalmente, el índice ponderado de riesgo, permite jerarquizar las áreas de proceso y operaciones que requieren de acciones correctivas urgentes o bien, interpretar el riesgo asociado de la instalación con sus posibles efectos.

Índice de Riesgo.

Categoría	Riesgo	Descripción
D	Aceptable	Riesgo generalmente aceptable; no se requieren medidas de mitigación y abatimiento.
C	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta.
B	Indeseable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 12 meses.
A	Inaceptable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 6 meses

Fuente: JBF Associates, Inc., Knoxville, TN. (CCPs, 1995)

En el **Anexo I.** se presentan los valores de ponderación de frecuencias y ponderación de las consecuencias para las actividades de perforación de los pozos obtenidas a partir de las matrices de los criterios de riesgo, los cuales fueron determinadas a través de la aplicación de la identificación de Riesgos.

Resultados.

A continuación, se presenta una tabla con el resumen de la ponderación **Frecuencia – Consecuencia** realizada, para cada una de las desviaciones consideradas en la aplicación del “**HazOp**” para las actividades de almacenamiento y distribución de Gas L.P., las matrices de jerarquización de cada uno de estos eventos se encuentran en el **Anexo I.**

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PONDERACIÓN DE RIESGOS.
Metodología HazOp.

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo Operativo: Isleta de Recepción de Gas L.P										
1.1	No se presenta Flujo de gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al tanque de almacenamiento	No hay alimentación de gas L.P.	No se presentan escenarios de riesgo.	F2	C1	C1	C1	C1	D	Riesgo Razonablemente Aceptable.
1.2	Hay un menor flujo en la descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.	Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
1.3	Menor presión, la descarga de gas al tanque de almacenamiento no es con la presión normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C1	C3	C1	B	Riesgo Indeseable
1.4	Mayor presión en las líneas de descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.	Se registra mayor presión en el cabezal de recepción de gas L.P. y en líneas de alimentación a tanque de almacenamiento.	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C2	C1	C2	C1	C	Riesgo Aceptable con Controles
1.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable
1.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 2 Área de Almacenamiento.										
2.1	No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envío o recepción de gas.	No hay alimentación de gas L.P. al tanque de almacenamiento de gas L.P.; No hay alimentación a las bombas de suministro de gas.	No se presentan escenarios de riesgo.	F2	C1	C1	C1	C1	D	Riesgo Razonablemente Aceptable.
2.2	Menos Flujo. Él envió de gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
2.3	Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción de gas L.P.	Sin consecuencias de interés.	No se presentan escenarios de riesgo.	F2	C1	C1	C1	C1	D	Riesgo Razonablemente Aceptable.
2.4	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
2.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.	Sobrepresión en líneas de acero y conectores flexibles de 2" y 3" de Ø, de alimentación al tanque de almacenamiento	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C3	C1	C3	C1	B	Riesgo Indeseable
2.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C4	C4	C4	C4	B	Riesgo Indeseable
2.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable
2.8	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento.	Liberación de gas	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable

“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación, en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”

No.	Desviación	Potencial Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Continúa Nodo: 2 Área de Almacenamiento.										
2.9	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.	Sobrellenado del tanque, disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	F2	C3	C1	C3	C1	B	Riesgo Indeseable
2.10	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C1	C3	C1	B	Riesgo Indeseable
2.11	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.	Fatiga de materiales,	Disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo	F1	C4	C4	C4	C4	C4	Riesgo Indeseable
2.12	De otra manera. Ruptura Total del Tanque.	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE	Bola de fuego, radiación térmica mortal, infraestructura en movimiento por las ondas de sobrepresión comportándose como proyectiles	F1	C4	C4	C4	C4	C4	Riesgo Indeseable

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 3 Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Auto-tanques										
3.1	Menor Flujo. En el suministro de Gas a los auto-tanques.	Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamazos, incendio o nubes explosivas Menor gasto de alimentación a las tomas de suministro de Auto – tanques	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
3.2	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal.	Se acelera el llenado de auto-tanques, con riesgo de un sobrellenado.	Sin escenarios de riesgo de interés.	F2	C1	C1	C2	C1	D	Riesgo Razonablemente Aceptable.
3.3	Menor Presión.	Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamazos, incendio o nubes explosivas.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
3.4	Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es mayor a la presión normal de operación.	Riesgo de un manejo inadecuado en las tomas de suministro, provocando accidentes. Represionamiento de las líneas.	Afectación a la integridad mecánica del tanque.	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
3.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Operación riesgosa de la tubería y accesorios utilizados para el trasiego de gas.	Mayor probabilidad de fugas.	F1	C4	C4	C4	C4	B	Riesgo Indeseable
3.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable
3.7	De otra manera. Accidentalmente el Auto-tanque se pone en movimiento, arrancando la manguera de suministro.	Liberación abrupta del petrolífero.	Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros tanques. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable

**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 4 Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Múltiple de Llenado.										
4.1	No Hay flujo	No hay alimentación de gas L.P.	No hay escenarios de riesgo		C1	C1	C1	C1	C	Riesgo Razonablemente Aceptable.
4.2	Menos Flujo. Él envió de gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
4.3	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal.	Riesgo de sobrellenado de los recipientes transportables.	Riesgo la integridad mecánica del recipiente.	F2	C2	C1	C2	C1	C	Riesgo Aceptable con Controles
4.4	Menor presión	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
4.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro.	Sobrepresión en las líneas de suministro al múltiple de llenado.	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
4.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C4	C4	C4	C4	B	Riesgo Indeseable
4.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 5 Estación de Carburación.										
5.1	Menos Flujo. Él envió de gas L.P. a las bomba de suministro es con un menor flujo al normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
5.2	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
5.3	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro.	Sobrepresión en líneas de acero y conectores flexibles de 2" y 3" de Ø, de alimentación a tanques de almacenamiento	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C3	C1	C3	C1	B	Riesgo Indeseable
5.4	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C4	C4	C4	C4	B	Riesgo Indeseable
5.5	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable
5.6	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento. El tanque presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo.	Liberación de gas	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable
5.7	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.	Sobrellenado del tanque, disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	F2	C3	C1	C3	C1	B	Riesgo Indeseable

***“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”***

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 5 Estación de Carburación.										
5.8	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C1	C3	C1	B	Riesgo Indeseable
5.9	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.	Fatiga de materiales.	Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo	F1	C4	C4	C4	C4	B	Riesgo Indeseable
5.10	De otra manera. Ruptura Total del Tanque.	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE	Bola de fuego, radiación térmica mortal, infraestructura en movimiento por las ondas de sobrepresión comportándose como proyectiles	F1	C4	C4	C4	C4	B	Riesgo Indeseable

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 6 Sistema de vaciado de gas L.P de recipientes transportables.										
6.1	Menor presión	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
6.2	Mayor Nivel	Sobrepresión en el tanque de almacenamiento de 300 kg. Fatiga de materiales.	Fatiga de materiales.	F2	C3	C2	C3	C2	B	Riesgo Indeseable
6.3	Mayor Corrosión interna.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C4	C4	C4	C4	B	Riesgo Indeseable
6.4	Mayor Corrosión Externa	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable
6.5	Ruptura del Total del Tanque.	Liberación abrupta del petrolífero.	Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros tanques. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña.	F2	C4	C4	C4	C4	A	Riesgo Inaceptable

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

En resumen la tabla anterior nos indican que con la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **10 escenarios** con un Índice de Riesgo del **Tipo “A” “Riesgo Intolerable”** y **28 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo “B” “Riesgo Indeseable”**; **4 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo “C” “Aceptable con Controles”** y **4 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo “D” “Riesgo Razonablemente Aceptable”**

En ambos casos derivado de la revisión de consecuencias y escenarios de riesgo podemos concluir que estos escenarios, calificados con un nivel de riesgo alto **“A”** o **“B”**, están asociados con la presencia de hidrocarburos y su posterior deflagración o inflamación, en caso de encontrar una fuente de ignición, y que son ocasionados por diversos agentes como son: fallas de equipos, o de sistemas de seguridad, fallas mecánicas de materiales o equipos, golpes por agentes externos y que ponen en riesgo la vida humana y la integridad de las instalaciones.

Asimismo, estos eventos se pueden agrupar en categorías (esto es posible porque en la operación de la planta solo se tienen dos operaciones unitarias lo que simplifica la identificación de los parámetros y escenarios que presentan un escenario similar y el mismo nivel de riesgo).

Los análisis mencionados en los puntos anteriores, determinan la siguiente jerarquización de riesgos, en función de los daños que pudiesen causar en caso de ocurrencia.

Referencia en HazOp	Desviación	Causa	Frecuencia	Consecuencia	Nivel de Riesgo
1.6, 2.7, 3.6, 4.7, 5.5, 6.4	Mayor Corrosión Externa	- Incorrecta o nula aplicación del sistema de protección anticorrosiva. - Falta de mantenimiento a tuberías, equipos.	F2 Baja	Catastrófica	A Riesgo Inaceptable.
2.12, 3.7, 5.10	Ruptura del Total del Tanque.	- Agente externo, golpe accidental, Incremento de la presión por exposición a flama o explosión. - Daños mecánicos y sobrepresión, ocasionando la fatiga de materiales.	F1 Remota	Catastrófica	A Riesgo Inaceptable)
1.4, 2.5, 2.11, 3.4, 4.5, 5.3, 5.9	Mayor presión	- La válvula localizada a la entrada al tanque de almacenamiento se encuentra cerrada. - Incremento de la presión por falla en el sistema de regulación de gas de la Planta. - Sobrellenado del tanque, poniendo en riesgo la integridad mecánica del recipiente. - Las válvulas de entrada al auto tanque se encuentran cerradas. - La válvula de entrada al tanque del sistema de carburación se encuentra cerrada. - La válvula de entrada al recipiente portátil se encuentra cerrada. - Falla en el control electrónico para llenado “tipo troya” conectado el sensor de la báscula.	F2 Baja	Severa	B (Riesgo Indeseable)
2.8, 5.6	Menor Nivel en Tanques.	- Presencia de fugas. Omisión al revisar el nivel del líquido en los tanques de almacenamiento de gas L.P. - Omisión al revisar el nivel en el tanque de almacenamiento de gas L.P. de 300 Lt. del sistema de vaciado de recipientes transportables.	F2 Baja	Severa	A Riesgo Inaceptable

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Referencia en HazOp	Desviación	Causa	Frecuencia	Consecuencia	Nivel de Riesgo
1.3, 2.4, 2.10, 3.3, 4.4, 5.2, 5.8, 6.1	Menor presión	Presencia de fugas.	F2 Baja	Severa	B (Riesgo Indeseable)
1 1.5, 2.6, 3.5, 4.6, 5.4, 6.3	Mayor Corrosión interna	Termino de vida útil de la tubería, materiales.	F1 Remota	Severa	B (Riesgo Indeseable).
1 1.2, 2.2, 3.1, 4.2, 5.1	Menor Flujo.	- Mala conexión - Fuga de gas por poro en tuberías de 2" de Ø de llegada o en accesorio de la isleta de tomas de recepción.	F2 Baja	Severa	B (Riesgo Indeseable)
2.9, 5.7, 6.2	Mayor Nivel	- Omisión al revisar el nivel del líquido en el tanque de almacenamiento de gas L.P. - Omisión al revisar el nivel en el tanque de almacenamiento de gas L.P. de 300 Lt. del sistema de vaciado de recipientes Portátiles.	F2 Baja	Severa	B (Riesgo Indeseable)
3.2, 4.3	Mayor Flujo.	Falla operación de compresión o bombeo.	F2 Baja	Moderada	C Aceptable con controles)
1.1, 2.1	No se presenta Flujo de gas L.P.	Las válvulas de alimentación de las líneas de llegada o de recepción se encuentran cerradas.	F2 Baja	Menor	D Riesgo Razonablemente Aceptable.
2.3	Flujo inverso	Falla operación de compresor.	F2 Baja	Menor	D Riesgo Razonablemente Aceptable.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Almacenamiento.	Tanque de almacenamiento.
Área de estación de carburación.	Tanque de almacenamiento.

Áreas susceptibles por riesgos de fugas.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Recepción de carros tanques, o semirremolques.	Tomas de recepción y suministro.
	Carros tanques, o semirremolques.
	Compresor.
Área de Almacenamiento.	Tanques de almacenamiento.
	Tomas de recepción y suministro.
Área de isletas para suministro de gas para auto-tanques.	Tomas de recepción y suministro.
	Bombas.
Área de suministro para Carburación.	Tomas de recepción y suministro.
	Bombas.
Área de llenado de recipientes transportables (Múltiple de Llenado)	Tomas de recepción y suministro.
	Bombas.
Área de vaciado de recipientes transportables.	Tomas de recepción.
	Tanque de almacenamiento.

Tipo de riesgo determinado.

Se determinó que el riesgo corresponde a una Frecuencia (2) Baja con Consecuencias de Severas a Catastróficas, es decir un Índice de Riesgo de B a A.

Este Nivel de Riesgo se determina considerando que los escenarios antes mencionados **no se han aplicado** recomendaciones técnicas, que aseguren o garanticen una mayor fiabilidad a la operación de la planta de distribución.

Cuantificación del Riesgo.

La cuantificación del riesgo es determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento, para lo cual, se utilizan métodos deductivos de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea un suceso de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.) para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos, son técnicas muy utilizados para el "análisis de riesgos" que facilitan determinar el riesgo propio de cada situación, cuando se conjuga una diversidad de fallos a estudiar. Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para el análisis de riesgos a partir de acontecimientos finales muy graves que pueden suceder en procesos industriales y que, por supuesto, se trata de evitar, también resulta útil en situaciones en las que se pretende analizar "hacia atrás" el origen de determinados sucesos indeseados.

En nuestro particular caso, como ya señalamos anteriormente, los escenarios más críticos están asociados a liberación de Gas L.P., su dispersión, formación de nubes explosivas, jet fire (flamazos), derivada a partir de la presencia de fugas en cualquiera de las tuberías, mangueras, conexiones, tanques, equipos, instrumentos, accesorios o en su caso más catastrófico la explosión por sobrepresión y despresurización súbita ocasionando una bola de fuego por la ruptura de los tanques.

Selección de Hipótesis.

Los escenarios hipotéticamente planteados son los siguientes:

Hipótesis No. 1: Incendio, explosión y Nube Tóxica.

Caso menos catastrófico, pero más probable.

Fugas en el tanque de almacenamiento de 93,000. L. y/o del de 4,913 L. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión.

Escenario de Riesgo: Liberación de Gas L.P., presencia de gas con formación de nubes explosivas y su posterior inflamación y/o deflagración de encontrar una fuente de ignición, flamazos, (jet fire), incendio afectando la integridad de las personas, daños al ambiente y poniendo en riesgo la integridad de las instalaciones.

Hipótesis No. 2: Incendio, explosión y Nube Tóxica.

Caso Más Catastrófico, pero menos probable.

El tanque de almacenamiento es sometido a un calentamiento, originando una sobrepresión, la exposición es tal que se supera el límite de cedencia provocando la ruptura del tanque (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.

*"Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo"*

La probabilidad de que este tipo de evento suceda es sumamente improbable e inesperada, se deben de tener situaciones muy concretas; se requiere que la fase líquida esté sobrecalentada, que se produzca una reducción brusca de presión en la fase gas, o bien que se den las condiciones de presión y temperatura que consigan la ebullición de toda la masa líquida de forma instantánea.

Escenario de Riesgo: En este incidente consideramos que, al aumentar la presión de vapor del líquido, las paredes del tanque aumentan rápidamente de temperatura por efecto del calor externo, perdiendo su resistencia hasta el punto que no pueden soportar la presión interna, produciéndose entonces su fractura en forma violenta.

Como consecuencia inmediata, se producen sobrepresiones debidas a la liberación súbita de la presión interna del tanque y la proyección de misiles o fragmentos metálicos derivados de la ruptura del recipiente, así como la liberación del gas y/o deflagración en caso de encontrar una fuente de ignición, formando bolas de fuego.

A éste evento se le denomina **BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion ó Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición)**.

Para realizar la cuantificación del riesgo utilizaremos las siguientes técnicas:

Árbol de fallas y eventos. (FTA: Fault Tree Analysis).

Planteamiento de los árboles de fallas.

Fallas de causa común

Dentro del análisis de árbol de fallos se consideran con especial relevancia los denominados fallos de causa común, que son aquellos fallos que se producen simultáneamente o dentro de un intervalo de tiempo corto, de modo que varios componentes no están disponibles a la vez. Los fallos de causa común se han clasificado de la siguiente forma:

- Fallos en el diseño y en la fabricación.
- Fallos durante la operación del sistema.
- Fallos de operación.
- Fallos de mantenimiento.
- Condiciones extremas del entorno o en la operación del sistema.
- Efectos mecánicos sobre el sistema analizado procedentes de sistemas colindantes o debidos a efectos externos.

Con carácter general, se presentan a continuación aquellas recomendaciones o adecuaciones encaminadas a reducir la probabilidad de que se produzcan fallas de causa común, y que han sido específicamente propuestos según las circunstancias de las diferentes hipótesis accidentales planteadas en el estudio. Las adecuaciones más usuales se encaminan a:

- Diseño certificado y estandarizado (no excluye la innovación, sino que pondera entre tecnología conocida e implantación de nuevos sistemas poco conocidos e innecesarios, así como cambios en lógicas de funcionamiento a través de los sistemas de control distribuido).

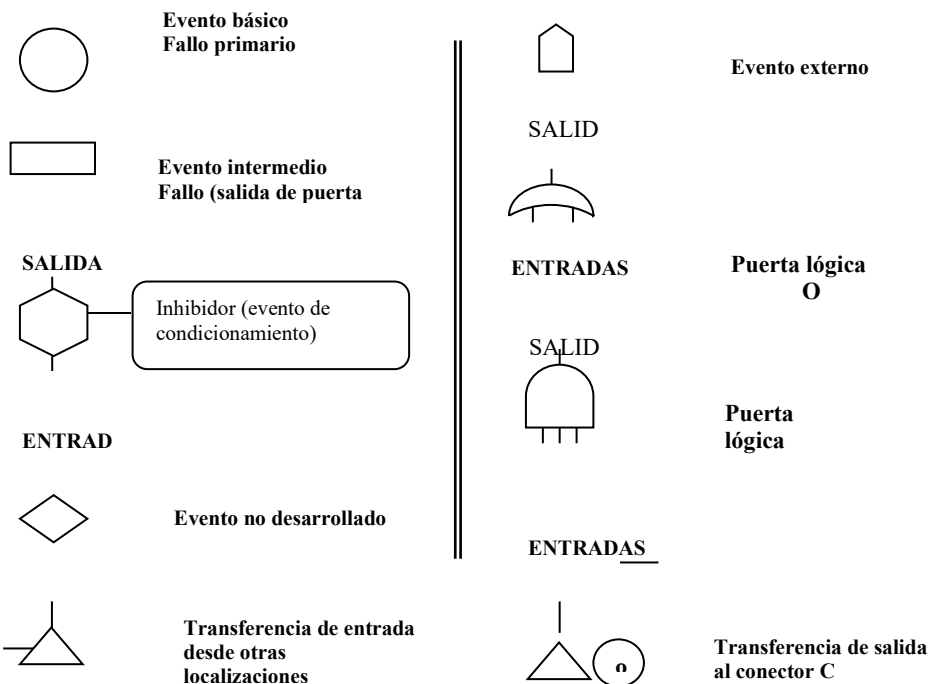
*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- Redundancia (incluye la redundancia humana al introducir la supervisión sobre una acción).
- Diversidad (implica que los componentes de un subsistema o sistemas redundantes sean de tipo diferente, para evitar que posibles defectos de fabricación se manifiesten en todos los componentes). Es una estrategia opuesta a la estandarización y complica el mantenimiento, pero es especialmente útil cuando se quieren implantar enclavamientos independientes regidos por variables distintas (presión y temperatura, por ejemplo).
- Separación geométrica (a partir de los resultados del Análisis de Consecuencias).
- Sistemas de detección de fallas, para aumentar la disponibilidad del sistema.
- Comprobación periódica del funcionamiento de los sistemas.
- Medidas adecuadas para que las fallas de componentes, subsistemas o sistemas conduzcan a un estado seguro de la instalación.
- Separación o compatibilidad entre los sistemas de operación y seguridad.
- Garantía de calidad del crudo durante la explotación del pozo. Esta referencia incluye los siguientes puntos (entre otros).
- Formación buena y permanente de los operarios y técnicos.
- Manual de operaciones completo y actualizado.
- Restricción de acceso a áreas clasificadas.
- Mantenimiento correctivo, preventivo e incluso predictivo, según las características de la instalación.
- Comprobación del funcionamiento después del mantenimiento.
- Redundancia y diversidad (preparación y capacitación intensiva) en cuanto las personas que realizan trabajos de mantenimiento.
- Evaluación de la experiencia de operación.

Representación de los árboles de fallas.

En la siguiente figura se muestran los símbolos más utilizados para la elaboración de los árboles de fallos.

Figura. Símbolos utilizados en el árbol de fallos.



Desarrollo de árboles de fallos.

El desarrollo o aplicación de los árboles de fallos se enfocará únicamente en los eventos que presentaron un mayor riesgo (riesgo muy alto) y que agrupan a los eventos que presentaron un Índice de Riesgo de inaceptable e indeseable, es decir aquellos que tienen un Índice de Riesgo **Tipo A o B**, como son los escenarios: BLEVE (ruptura del tanque más bola de fuego) y fuga de gas con variante jet fire o nube explosiva, el charco de fuego es un evento de muy baja probabilidad de ocurrencia.

El desarrollo o aplicación de los árboles de fallos se enfocará a las hipótesis citadas en la página número 75.

Construcción de los árboles de fallos.

La construcción de los árboles para cada una de las hipótesis propuestas se muestra en el **Anexo I**

Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia de las Hipótesis propuestas.

Para determinar el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis propuestas se utilizarán los siguientes valores de probabilidades.

Hipótesis 1:

Caso menos catastrófico, pero más probable.

Fugas en el tanque de almacenamiento de 93,000. L. y/o del de 300 L. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF)

Hipótesis 1			
Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso superior: Flamazo (Jet Fire), Explosión (Formación de Nube Explosiva)			
Evento	Descripción	Probabilidad	Referencia
E1	Falla de materiales (tuberías, mangueras)	8.8×10^{-7}	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4 London, 1980.
E2	Falla de Instrumentos.	2.6×10^{-4}	
E3	Fallas de equipos	2.6×10^{-4}	
E4	Error humano (no se sigue procedimiento, deficiente ejecución de trabajos)	0,01	“Human Factors in Process Safety Management”, CCPS of AIChE, 1994.
E5	Falla dispositivos de seguridad	2.6×10^{-4}	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4 London, 1980.
E6	Falla sistema de alarmas	0,1	Fink, D.G., “Standard Handbook for Electrical Engineers”, 10th Ed., (1968)
E7	Falla sistema automático de paro. (sistema eléctrico)	0,02	
E8	Falla de sistema contra-incendio	0,2	Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas

Hipótesis No. 2: BLEVE (Incendio, explosión y Nube Tóxica.)

Caso Más Catastrófico, pero menos probable.

El tanque de almacenamiento es sometido a un calentamiento, el Gas L.P. se calienta y vaporiza aumentando la presión interior, se presenta fatiga de materiales y se supera el límite de cedencia de los materiales, derivando en una explosión y ruptura del tanque (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: Presencia de Fuente de Ignición (FI)			
Evento	Descripción	Probabilidad	Referencia
E1BLEVE	Incendio, explosión (Agente Externo)	0,02	Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas
E2BLEVE	Falla dispositivos de seguridad	2.6×10^{-4}	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4 London, 1980.
E3BLEVE	Falla de sistema contra-incendio	0,2	Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas
E4BLEVE	Falla de materiales (tuberías, mangueras)	8.8×10^{-7}	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4 London, 1980.
E5BLEVE	Error humano (golpe accidental)	0,01	“Human Factors in Process Safety Management”, CCPS of AIChE, 1994.
TOPIEF	Fuga, liberación de gas, posterior inflamación o deflagración.		Determinada en el presente Análisis.

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: Presencia de Fuente de Ignición (FI)			
Evento	Descripción	Probabilidad	Referencia
E1FI	Fallan líneas eléctricas (mal estado)	0,02	Fink, D.G., “Standard Handbook for Electrical Engineers”, 10th Ed., p. 26-13 (1968).
E2FI	Error humano (personal fumando)	0,02	Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas
E3FI	Soldaduras y corte	0,1	
E4FI	Error humano (golpe de metal)	0,05	
E5FI	Superficie caliente (motor, etc.)	0,2	Fink, D.G., “Standard Handbook for Electrical Engineers”, 10th Ed., p. 26-13 (1968)

Cálculo de los Árboles de Fallos.

Hipótesis 1. (TOP IEJF).

P (TOP IEJF)	$G1 = SI1 * SIFI * E8$	0.01020091
SI1	$E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6 + E7$	1.31E-01
SIFI	$E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI$	0,390

Hipótesis 2. (TOP BLEVE).

P (BLEVE)	$SI1 * SI2$	3.170E-02
SI1	$E1BLEVE + P(TOP EIJF)$	1.51E-01
SI2	$E2BLEVE + E3BLEVE + E4BLEVE + E5BLEVE$	2.10E-01

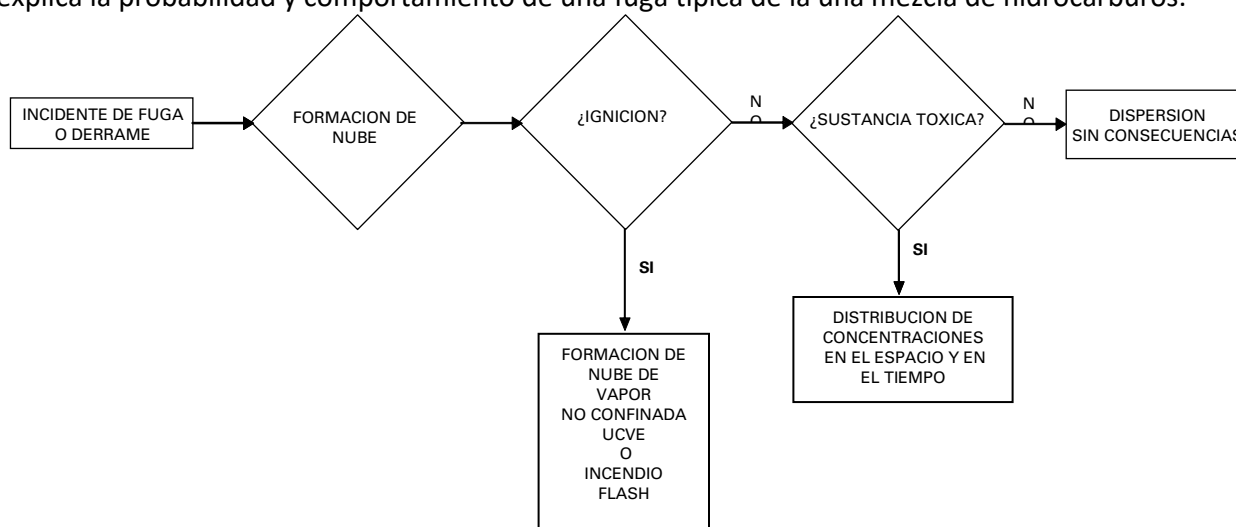
Suceso intermedio de Presencia de Fuente de Ignición (FI)

SIFI	$E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI$	0,390
------	------------------------------------	-------

Análisis de Consecuencias.

El Análisis de Consecuencias permite evaluar la magnitud de los efectos negativos potenciales de la instalación y la propagación de un incidente que generalmente involucra modelos de liberación accidental de sustancias peligrosas, desarrollándose una variedad de escenarios y cuyo análisis determina el impacto potencial al personal, instalación y población circundante.

Para el tipo de actividad, es necesario considerar las investigaciones del International Risk Institute en las cuales se ha reconocido que una fuga de grandes cantidades de gases inflamables puede ocasionar una nube explosiva en espacios abiertos que pueden causar severos o catastróficos daños a extensas áreas de una planta o comunidad; en la siguiente figura se muestra el diagrama que explica la probabilidad y comportamiento de una fuga típica de la una mezcla de hidrocarburos.



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Los tipos de incidentes a considerar que pueden producir la pérdida de control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar consecuencias negativas para las personas y las instalaciones en el proyecto son.

Tipos de accidentes y sus potenciales daños.

Pool Fire.

La fuga al exterior (Pool Fire) tras un derrame no confinado con generación de un incendio, tiene un efecto de propagación mayor al riesgo intrínseco del suceso del peligro principal. Esto podría generar circunstancias negativas para el depósito que contiene el líquido derramado o para otros depósitos cercanos. Los sucesos que las pueden provocar son las siguientes:

- Rupturas ocasionadas por impactos en las diferentes etapas de instalación del proyecto (equipo pesado y grúas).
- Situaciones de sobre presión o fugas debidas a fallas en la instrumentación o válvulas del sistema de operación.

Efectos de la Radiación Térmica de acuerdo a la intensidad de energía.

Intensidad de Radiación Kw/m ²	Descripción
1.4	• Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. • En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m² (mínimo necesario para causar dolor).
3	• Zona de alerta.
5	• Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. • Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. • El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. • Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
11.7	• El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	• Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. • La madera puede prender después de una larga exposición. • 100 % de letalidad.
25	• El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	• Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

La Tabla siguiente muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (Kw/m ²)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

Flamazo (Flash Fire)

Para este caso se considera la dispersión de una nube de gas a baja presión en la que los efectos por presión son despreciables, quedando solamente por considerar los correspondientes a la radiación térmica. La zona de alcance (por lo general la región del espacio correspondiente al límite inferior de inflamabilidad), limitándose la consideración de los efectos térmicos al interior de dicha zona. Los efectos por radiación se muestran anteriormente. La Tabla siguiente muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado “Flash Fire”.

Efectos del Flash Fire.

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	- Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos - La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20 % como mínimo de quemaduras importantes. - En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20 % de esta superficie que comprendería la cabeza 7 %; manos 5 % y los brazos 8 %). - En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.

El Gas LP liberado en grandes cantidades se dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la concentración (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash fire y jet Fire). La Tabla siguiente muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (L_c).

Efectos de Emisiones Tóxicas

LC (%)	Índice de Mortalidad	Lesiones
1	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad bajo (1 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras. • Daño a los ojos: Conjuntivitis.
50	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia y ulceraciones diversas. • Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera. • Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas.
99	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica.	• Lesiones irreversibles. • Bloqueo físico permanente de alvéolos. • Muerte en un corto tiempo.

Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobre presión, y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Igualmente, las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica. La siguiente tabla muestra los efectos derivados de la sobre presión.

Efectos derivados de la sobre presión.

Variable Física Peligrosa Ondas de presión (kg/cm ²)	Efecto observado (Clancy)
0.703	Probable destrucción de edificios; máquinas herramientas pesadas (3,175 kg) desplazadas y dañadas seriamente, herramientas para maquinaria muy pesadas (5,443 kg) sin daños.
0.351 – 0.492	Destrucción casi completa de casas.
0.210 – 0.281	Demolición de edificio sin marcos o de paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.070	Demolición parcial de casas, las vuelve inhabitables.
0.035 – 0.070	Ventanas grandes y pequeñas se hacen añicos; daño ocasional a marcos de ventanas.

Dardo de fuego (Jet Fire).

Ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica. Este evento es poco probable que pueda ocurrir para una línea de conducción de crudo, sin embargo, si el crudo contiene dentro de su composición un alto porcentaje de gas, provocaría la ocurrencia de este evento. Para este evento ver lo descrito en radiación térmica.

Criterios para determinar la duración de una fuga.

Esencialmente, podemos decir que los daños o efectos antes citados pueden ser mayores o menores dependiendo del tiempo al que se exponga a este nivel de energía, principalmente en lo que se refiere a la radiación térmica; y en el caso de la explosión (sobrepresión) la duración de una fuga, determina la cantidad de masa que se libera de la sustancia y por tanto las dimensiones de la explosión y sus ondas de sobrepresión.

Existe otro parámetro que determina la cantidad de masa que se libera en una fuga, el diámetro del orificio o poro, o falla de instrumento o accesorio de seguridad, y para el cual también se han establecido rangos que están en función de equipo o dispositivo de seguridad con que cuenta la instalación que se analice.

A continuación, se citan los criterios para estos dos parámetros.

1. Criterios de tiempos de duración de las fugas

Se tomaron los criterios de tiempo recomendados por el “Guidelines for Quantitative Risk Assessment” CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO y se indican en la Tabla siguiente:

Tabla Criterios para Asignar Tiempos de Duración de las Fugas.

Situación	Duración de la fuga de escape	
	Ruptura total	Ruptura parcial
Válvula operada remotamente y existencia de detectores.	2 minutos	5 minutos
Válvula manual y existencia de detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula operada remotamente sin detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula manual sin detectores.	10 minutos	20 minutos

Como consideraciones generales de este estudio, se tomó la existencia de válvulas operadas remotamente con detectores como criterio para asignar el tiempo de duración de la fuga; esto en virtud de que la planta contara con un sistema de paro automático en el cual las válvulas actúan de forma inmediata ante la ocurrencia de una liberación de gas L.P.

2. Determinación de los orificios equivalentes de fuga

Se han seguido los criterios de acuerdo al “Risk management program guidance for offsite consequence analysis” los cuales se describen a continuación:

- Para tuberías de diámetro mayor o igual a 6” se consideró un orificio de fuga con un diámetro equivalente al 20 % de la sección transversal de la propia tubería.
- Para tuberías de diámetro inferior a 6” se ha postulado la ruptura total de la línea.

Adicionalmente se tomaron las siguientes consideraciones para determinar los radios de afectación:

- 1) Se consideró como caso más catastrófico pero menor probable, la presencia de un BLEVE en los tanques de almacenamiento.
- 2) Las características físicas y químicas de los fluidos permanecen constantes respecto al tiempo.
- 3) Se consideraron las condiciones meteorológicas más favorables para que se crearan las condiciones más desfavorables y permitir la formación de nubes explosivas
- 4) Se consideró una temperatura media del área de 25 °C y una humedad relativa media anual de 73.1 %.

La Tabla siguiente muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica, sobre presión y dispersión tóxica sobre personas.

Tomando como base estos parámetros, así como las consideraciones indicadas por la Secretaría del medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT), para determinar los radios de afectación se tomará como base:

	TOXICIDAD (Concentración)	INFLAMABILIDAD (Radiación térmica)	EXPLOSIVIDAD (sobre presión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ²	1.0 psig
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅ (1000 ppm)	1.4 KW/m ²	0.5 psig

Radio Potenciales de Afectación.

Se determinaron los radios potenciales de afectación mediante el **Software SCRI Fuego**, que permite predecir las consecuencias de acuerdo al tipo de producto por diversas concentraciones de interés, límites de explosividad y daños a la salud; además automáticamente selecciona el modelo correcto según el comportamiento de la nube y predice todos los efectos físicos, radiación y nube explosiva, los modelos en que se basa la simulación son:

Modelos de Flujo.

De fuga o escape determina la tasa, velocidad, temperatura y otras condiciones de fuga ante una pérdida de contención que puede ser instantánea o de descarga continua.

Modelos de Dispersión.

La turbulencia atmosférica se convierte en el principal mecanismo de mezcla y se desarrolla un perfil de concentración en toda la nube, esto permite relacionar los límites permisibles tolerables a distancias determinadas del punto de la fuga.

Modelos de Explosión.

Determina los niveles de sobrepresión basados en la equivalencia de una explosión de carga de TNT. Las explosiones de nubes de vapor no confinadas se caracterizan por un frente de flama, que viaja por debajo de la velocidad del sonido y se denomina deflagración.

Modelos de Radiación.

Determina el alcance y niveles de radiación producidos por:

Flamas de Chorro (Jet-Fire). Es una llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles (gas amargo, en este caso en particular).

Zona de afectación por escenario.

Los parámetros utilizados para definir y justificar las zonas de seguridad en torno al proyecto e interpretar los resultados de la simulación se marcan en la “Guía para la presentación del Estudio de Analisis de Riesgo” publicada por SEMARNAT. Dichos criterios se indican a continuación:

Zona de Alto Riesgo.

Es la distancia a partir del punto de fuga donde de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere de ejecutar acciones de combate, control y evacuación inmediatas:

Parámetros que definen la Zona de Alto de Riesgo.

Efecto Explosivo	Efecto de Radiación Térmica	Toxicidad IDLH
0.070 kg/cm ²	5.0 Kw/m ²	100 ppm

Fuente: Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 0, SEMARNAT, noviembre 2002.

Zona de Amortiguamiento

Es la comprendida entre el límite de la Zona de Alto Riesgo y la distancia que, de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere tomar medidas preventivas.

Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento

Efecto Explosivo	Efecto de Radiación Térmica	Toxicidad TLV ₁₅
0.035 kg/cm ²	1.4 Kw/m ²	15 ppm

Fuente: Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 0, SEMARNAT, noviembre 2002.

Criterios de Simulación.

Los criterios que permiten efectuar las estimaciones y predicciones de daños provocados por la fuga, incendio y explosión del gas:

Peor Caso Creíble.

En términos generales este evento no es muy probable que ocurra, pero sus consecuencias serían severas; su identificación requiere de hacer una serie de consideraciones pesimistas, donde todo falla; y se ubica como la fuga de una sustancia peligrosa del recipiente de mayor capacidad o de una tubería con un mayor flujo dando como resultado consecuencias severas.

Casos más probables.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Son los incidentes con pérdida cuya probabilidad de ocurrencia es alta, no obstante, son consecuencias mucho menos graves que el peor caso creíble, se debe considerar sin ser limitativo lo siguiente: Fugas en bridas / juntas, uniones roscadas, empaques.

Para definir los escenarios a simular conforme a los riesgos del sistema de transporte y distribución se tomaron las consideraciones siguientes:

1. La evaluación de las consecuencias de los accidentes postulados para las actividades de la planta de distribución de gas se realizó a partir del cálculo y valoración de las distancias y áreas de afectación para estos escenarios de accidentes, considerando las condiciones más favorables para que las consecuencias sean más severas.
2. La sustancia peligrosa que se tiene en cuenta para la evaluación de las consecuencias en los diferentes escenarios es el Gas L.P.
3. En la postulación de los escenarios, se utilizan condiciones relativamente uniformes en la modelación de las condiciones de las posibles fugas en lo referente a altura (0 m), posición (horizontales). La ubicación de los puntos de origen de fuga es representativa para cada escenario de accidente postulado, dado el carácter aleatorio de la ocurrencia de las fugas.
4. En todos los casos modelados se postulan los escenarios de fugas con los parámetros de presión y temperatura máximos representativos de la operación normal del sistema de transporte (conservadoramente a favor de la seguridad).
5. No se considera una dirección del viento específica relacionada con los datos históricos de la zona, dado que las fugas evaluadas son de menor magnitud y presión media y están fundamentalmente dominadas por la velocidad de escape del gas. La dirección de propagación de los efectos es representativa, pudiendo variar aleatoriamente según las características ambientales de la zona, para lo cual se establecerá de manera radial el efecto uniforme desde el punto de fuga.
6. Los escenarios dispuestos corresponden en referencia a los resultados de la aplicación de las metodologías HazOp y Jerarquización de Riesgos.
7. El tiempo de duración de la fuga, se consideró tomando en cuenta el tiempo de detección.
8. La temperatura considerada es de 25 °C (temperatura promedio anual en la zona del proyecto).
9. El orificio formado por corrosión y desgaste en las líneas de conducción analizadas es de forma regular, los diámetros equivalentes del orificio varían desde el 10 % al 20 % del diámetro de la tubería y se determinó en función de la línea de mayor diámetro existente en el nodo de análisis, entendiéndose que es el caso es fuga de mayor diámetro que se puede presentar en dicho nodo;
10. Se consideró como caso más catastrófico, pero menos probable, la presencia de un BLEVE en el tanque de almacenamiento.
11. Para la realización de las simulaciones se tomaron en cuenta las condiciones de operación máximas.

Escenarios.

Los eventos extraordinarios que pueden ocurrir están relacionados con descargas o pérdida de contención de gas no deseado, estas fugas suelen ser ocasionadas por las siguientes causas:

Corrosión externa.

Es ocasionada por la exposición de la superficie externa de válvulas, gasoducto y trampas de envío y recibo de diablos a agentes oxidantes o corrosivos, los cuales ocasionan pérdida de espesor y debilitamiento, pudiendo generar orificios.

Corrosión interna.

Es ocasionada por agentes oxidantes o corrosivos que son transportados a través de válvulas, gasoducto y trampas de envío y recibo de diablos, esta corrosión genera pérdida en el espesor de los materiales, produciendo debilitamiento de la estructura y orificios.

Daños por agentes externos.

Generalmente son ocasionados por factores ajenos a la operación normal del pozo, gasoducto y trampas de envío y recibo de diablos, y pueden ser fenómenos naturales como huracanes, tormentas eléctricas, desbordamiento de ríos, deslaves, entre otros; y factores humanos como golpes o ruptura ocasionada por maquinaria pesada, o algún otro tipo de incidente.

Resultados de la modelación de eventos.

Como se mencionó anteriormente, para determinar los eventos no deseados que pueden ocurrir en la planta de distribución, se consideraron equipos y diámetros de las tuberías que conforman el rack de tuberías que conforma cada sección.

- A fin de dar mayor claridad a la forma en que se selecciona el evento se citan las siguientes consideraciones.
- Se consideró que los casos más catastróficos están relacionados con el colapsamiento del tanque de almacenamiento y la ruptura total de cualquiera de las líneas que integran la planta de distribución.
- Se consideró como caso menos catastrófico fuga en cualquiera de las líneas con un diámetro igual al 20% del diámetro de la tubería, de acuerdo con los criterios antes citados.
- Para la elaboración de los diagramas de pétalos se ubica en plano el radio resultante de la simulación del caso más catastrófico y menos catastrófico de la línea de mayor diámetro que es se localiza en las distintas áreas.
- Área de recepción, líneas de: 76 y 51 mm de $\varnothing$, el radio que se indicara en esa área es el resultante de la simulación de la línea de 76 mm de $\varnothing$.

Mejoramiento de la instalación.

De los resultados obtenidos durante esta etapa del análisis de riesgo, se han detectado que la instalación presenta áreas en las cuales se pueden incorporar mejoras, que pueden ser acciones sencillas como la supervisión de las ordenes de trabajo o procedimientos, capacitación de los trabajadores o también la incorporación de elementos de seguridad o control (válvulas, sistemas de control) que sean paso necesario para que la siguiente acción se realice, la inserción de estas acciones o mecanismos dentro de los procedimientos o la instalación permitirán reducir la probabilidad ocurrencia de los eventos que han sido clasificados como **A y B** (riesgo intolerable e indeseable, respectivamente).

Para hacer estas mejoras nos remitimos al árbol de fallas realizado anteriormente y los resultados obtenidos de su cuantificación, de donde se concluye que, con solo capacitar de forma continua, y supervise la ejecución de los trabajos de Mantenimiento de los elementos que conforman la Planta de Distribución, se disminuye de forma sustancial la probabilidad de ocurrencia de los eventos no deseados.

En el **Anexo I)** se presentan los árboles de fallas mejorados.

Cálculo de riesgo de la instalación mejorada.

En lo que respecta al planteamiento de las recomendaciones surgidas en las metodologías de identificación de riesgos **HazOp** y una vez que están han sido incorporadas a los árboles de fallas con la instalación actual, se deberá recalcular la probabilidad de ocurrencia con las mejoras propuestas.

Resultados de probabilidad de ocurrencias en árboles de fallas.

Hipótesis TOP	Secuencia de cálculo	Probabilidad de ocurrencia promedio	Probabilidad de ocurrencia promedio instalaciones mejoradas
P (TOP IEJF)	$G1 = SI1 * SIFI * E8$	0.01020091	1.02E-03
P (BLEVE)	$SI1 * SI2$	3.170E-02	4.2897E-06

Lo anterior nos indica que para que, en un millón de casos, solo en uno se presentaría el **BLEVE**, **posicionando a este evento, en un Frecuencia Remota**; en el caso de que en caso de ocurrencia de fuga y su posterior ignición inmediata o su formación de nube explosiva y su posterior deflagración la probabilidad de que ocurre es de un caso por cada mil, igualmente con una frecuencia Remota a Baja. Esto es congruente con los reportes de accidentes e incidentes, relacionados con Plantas de Almacenamiento de Gas L.P. ya que el evento más representativo fue el ocurrido en ocurrido en 1984, en la Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México, en donde una fuga en una tubería de alimentación de 8” a una de las esferas de almacenamiento, provocó una serie de explosiones (BLEVE) de más de 15 mil metros cúbicos de gas LP., afectando un radio de más de 800 metros alrededor de la Terminal; sin que se tengan antecedentes posteriores o anteriores al mismo.

Lo anterior se corrobora con la elaboración y cálculo de la frecuencia de ocurrencia mediante un Árbol de Eventos (ETA)

Árboles de eventos. (ETA: Event Tree Analysis).

Introducción.

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis de accidentes es necesario acudir a técnicas como la del árbol de eventos, que es un método inductivo que describe de forma cualitativa y cuantitativa las respuestas de un sistema técnico frente a una falla inicial, permitiendo una cuantificación posterior.

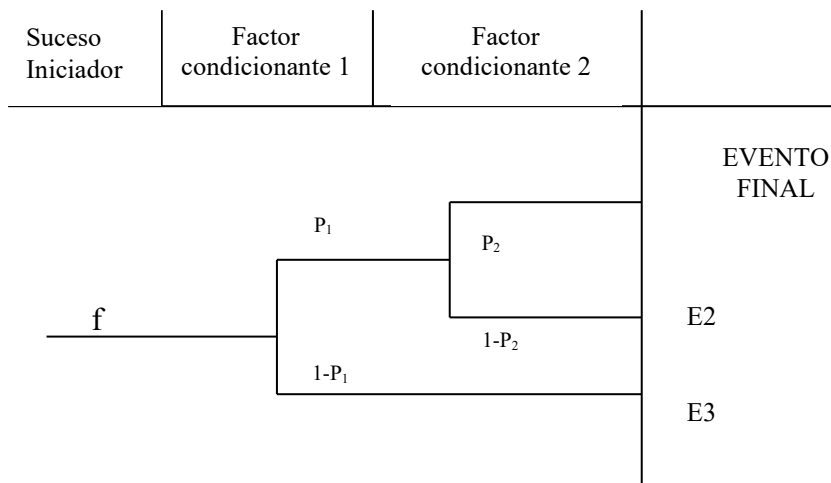
Partiendo de la falla inicial o suceso iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol de eventos describe las secuencias accidentales que conducen a los posibles eventos. La construcción y evaluación del árbol empieza por la identificación de los factores condicionantes y las probabilidades de ocurrencia (éxito / falla) de cada uno de ellos (a partir de bases de datos, o bien acudiendo si es preciso a la técnica del árbol de fallas para sistemas más complejos).

A continuación, se colocan cada uno de los N factores identificados como cabezales y, partiendo del suceso iniciador, se plantea sistemáticamente para cada uno de ellos dos bifurcaciones: en una rama se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso (con probabilidad P), y en la otra se representa la falla o no ocurrencia del suceso (probabilidad 1-P).

Se obtienen así 2^N combinaciones o secuencias. Sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros, reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los cabezales se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente, si bien este criterio es de difícil aplicación por las interrelaciones existentes.

El árbol de eventos representado a continuación pretende ilustrar su construcción y evaluación:



Donde:

f = frecuencia del suceso iniciador

P_i = probabilidad de ocurrencia (éxito) del suceso i

$1-P_i$ = probabilidad de no ocurrencia (falla) del suceso i

f_{Ei} = frecuencia del evento E_i , con

$f_{E1} = f \cdot P_1 \cdot P_2$

$f_{E2} = f \cdot P_1 \cdot (1-P_2)$

$f_{E3} = f \cdot (1-P_1)$

Para un determinado evento se suman las frecuencias de las distintas secuencias que conducen a él.

Hipótesis accidentales que requieren árboles de eventos.

Tal y como se desprende del campo de aplicación del árbol de eventos y el objetivo que persigue, existe un determinado tipo de hipótesis accidentales que constituyen, por sí solas, suceso iniciador y único evento final (la definición de la hipótesis coincide con la definición del escenario accidental).

Las hipótesis accidentales planteadas en el presente estudio que requieren del planteamiento de un árbol de eventos son:

Hipótesis 1:

Caso menos catastrófico, pero más probable.

Fugas en el tanque de almacenamiento de 93,000. Lt. o de 4,913 Lt. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF)

En el **Anexo I** se presenta el árbol de eventos correspondiente a través del cual se muestran la secuencia de sucesos para llegar a un tipo de accidente específico o suceso final.

De acuerdo al planteamiento de la metodología del árbol de evento, la frecuencia de ocurrencia calculada para los sucesos o eventos no controlados es la siguiente:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Tabla. Resumen de las frecuencias de ocurrencia de los sucesos iniciadores.

Hipótesis 1: Fugas en el tanque de almacenamiento de 93,000. Lt. o de 4,913 Lt. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF)

Consecuencia	Frecuencia del evento Iniciador	P _x	P _x	P _x	P _x	P _x	P _x	Frecuencia de ocurrencia de la consecuencia
Suceso Controlado 1	0.01020091	0.8						0.0082
Jet Fire	0.01020091	0.2	0.95	0.7	0.8			0.0011
BLEVE VCE	0.01020091	0.2	0.95	0.7	0.2	0.1		2.71344E-05
Jet Fire	0.01020091	0.2	0.95	0.7	0.2	0.9		0.00024421
Jef Fire	0.01020091	0.2	0.95	0.3		0.1		5.81452E-05
Flash Fire	0.01020091	0.2	0.95	0.3		0.9		0.000523307
Jet Fire	0.01020091	0.2	0.05	0.3		0.1		3.06027E-06
Flash Fire	0.01020091	0.2	0.05	0.3		0.9		2.75425E-05
Suceso Controlado.	0.01020091	0.2	0.05	0.7	0.7	0.8		0.000040
BLEVE VCE	0.01020091	0.2	0.05	0.7	0.7	0.2	0.1	0.0000010
Jet Fire	0.01020091	0.2	0.05	0.7	0.7	0.2	0.9	0.0000090
Jet Fire	0.01020091	0.2	0.05	0.7	0.3		0.1	0.0000021
Flas Fire	0.01020091	0.2	0.05	0.7	0.3		0.9	0.0000193

Nota: La P_x es tomada del árbol de eventos correspondiente a la hipótesis, en este caso Hipótesis 1 =

Y de nueva cuenta para los casos más catastróficos nos reportan valores x 10⁻⁵ coincidiendo con los resultados arrojados a través del Árbol de Fallas,

Por lo que se concluye que la planta de distribución puede operar con confiabilidad, siempre y cuando cuente con los sistemas de seguridad que se ha propuesto en los arreglos mecánicos, eléctrico, contra incendio, que se asegure su construcción bajo las normas y procedimientos aplicables en la materia y la implementación de las recomendaciones técnico operativas que emiten a través de este análisis.

A continuación, se reposicionarán las Hipótesis analizadas en la Matriz de riesgos una vez que se analizado las frecuencias de ocurrencia de los eventos, así como las consecuencias de los mismos.

RESUMEN DE LAS MATRICES DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS, RECLASIFICANDO LOS ESCENARIOS CATALOGADOS COMO TIPO A y B, RESULTANTES DEL HAZOP.

Metodología HazOp.

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo Operativo: Isleta de Recepción de Gas L.P										
1. 1	No se presenta Flujo de gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al tanque de almacenamiento	No hay alimentación de gas L.P.	No se presentan escenarios de riesgo.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
1. 2	Hay un menor flujo en la descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.	Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
1. 3	Menor presión, la descarga de gas al tanque de almacenamiento no es con la presión normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
1.4	Mayor presión en las líneas de descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.	Se registra mayor presión en el cabezal de recepción de gas L.P. y en líneas de alimentación a tanque de almacenamiento.	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
1.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
1.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 2 Área de Almacenamiento.										
2.1	No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envío o recepción de gas.	No hay alimentación de gas L.P. al tanque de almacenamiento de gas L.P; No hay alimentación a las bombas de suministro de gas.	No se presentan escenarios de riesgo.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.2	Menos Flujo. El envío de gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.3	Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción.	Sin consecuencias de interés.	No se presentan escenarios de riesgo.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.4	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.	Sobrepresión en líneas de acero y conectores flexibles de 2" y 3" de Ø, de alimentación a tanques de almacenamiento	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.8	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento. El tanque presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo.	Liberación de gas	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

No.	Desviación	Potencial Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Continúa Nodo: 2 Área de Almacenamiento.										
2.9	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.	Sobrellenado del tanque, disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.10	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.11	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.	Fatiga de materiales,	Disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
2.12	De otra manera. Ruptura Total del Tanque.	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE	Bola de fuego, radiación térmica mortal, infraestructura en movimiento por las ondas de sobrepresión comportándose como proyectiles	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 3 Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Autotankers										
3.1	Menor Flujo. En el suministro de Gas a los autotankers.	Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamas, incendio o nubes explosivas Menor gasto de alimentación a las tomas de suministro de Auto – tanques	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flama (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
3.2	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor a la normal.	Se acelera el llenado de autotankers, con riesgo de un sobrellenado.	Sin escenarios de riesgo de interés.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
3.3	Menor Presión.	Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamas, incendio o nubes explosivas.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flama (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
3.4	Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de autotankers, es mayor a la presión normal de operación.	Riesgo de un manejo inadecuado en las tomas de suministro, provocando accidentes. Represionamiento de las líneas.	Afectación a la integridad mecánica del tanque.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
3.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Operación riesgosa de la tubería y accesorios utilizados para el trasiego de gas.	Mayor probabilidad de fugas.	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
3.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flama (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
3.7	De otra manera. Accidentalmente el Autotanker se pone en movimiento, arrancando la manguera de suministro.	Liberación abrupta del petrolífero.	Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros tanques. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 4 Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Múltiple de Llenado.										
4.1	No Hay flujo	No hay alimentación de gas L.P.	No hay escenarios de riesgo	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
4.2	Menos Flujo. Él envió de gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
4.3	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal.	Riesgo de sobrellenado de los cilindros.	Riesgo la integridad mecánica del recipiente.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
4.4	Menor presión	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
4.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro.	Sobrepresión en las líneas de suministro al múltiple de llenado.	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
4.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
4.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 5 Estación de Carburación.										
5.1	Menos Flujo. El envío de gas L.P. a las bomba de suministro es con un menor flujo al normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.2	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.3	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.	Sobrepresión en líneas de acero y conectores flexibles de 2" y 3" de Ø, de alimentación a tanques de almacenamiento	Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.4	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.5	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.6	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento. El tanque presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo.	Liberación de gas	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.7	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.	Sobrellenado del tanque, disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

***“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”***

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 5 Estación de Carburación.										
5.8	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.9	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.	Fatiga de materiales.	Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
5.10	De otra manera. Ruptura Total del Tanque.	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE	Bola de fuego, radiación térmica mortal, infraestructura en movimiento por las ondas de sobrepresión comportándose como proyectiles	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

No.	Desviación	Consecuencias	Escenario de Riesgo	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
Nodo: 6 Sistema de vaciado de gas L.P de recipientes transportables										
6.1	Menor presión	Liberación de Gas L.P.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
6.2	Mayor Nivel	Sobrepresión en el tanque de almacenamiento de 300 kg. Fatiga de materiales.	Fatiga de materiales.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
6.3	Mayor Corrosión interna.	Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).	F1	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
6.4	Mayor Corrosión Externa	Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos.	Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). Operación de una instalación insegura.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles
6.5	Ruptura del Total del Tanque.	Liberación abrupta del petrolífero.	Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros tanques. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña.	F2	C2	C2	C2	C2	C	Riesgo Aceptable con Controles

Con base en los resultados anteriores podemos concluir que la Planta de Distribución cuenta con sistemas de seguridad y protección, que complementados con las recomendaciones técnico operativas permiten posicionar el desarrollo de la actividad de almacenamiento y distribución en un Índice de Riesgo del Tipo C, Riesgo Aceptable con Controles.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Por lo que la jerarquisación de riesgos es la siguiente de acuerdo con los resultados anteriormente analizados y del cálculo efectuado de conformidad con las consideraciones anteriores:

Evaluación de consecuencias por medio de distancias por fugas probables.

Nodos Operativo No 1. Isleta de Recepción de Gas L.P.

Escenario 1. Ruptura total de la línea de 3”.

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 3" de diámetro (0.0762 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 7.97 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, se considera que la fuga dura dos minutos, liberando 956.4 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 2. Fuga de la línea de 3”.

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del $\emptyset$ de la tubería de 3" de $\emptyset$, es decir de 0.6" de $\emptyset$ (0.01524 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.3186 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 95.5754689 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 3. BLEVE del tanque de 93,000 litros el cual está al 85% que es igual a 79,050 litros.

Suposición: El tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 79,050 litros de Gas líquido, 79,050*.540 que equivalen a 42,687.00 Kg., dando posibilidad de un BLEVE inmediato.

Escenario 4. Ruptura total de la línea de 2”.

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 2" de $\emptyset$ (0.0508 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 3.54 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura dos minutos, liberando 424.8 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 5. Fuga en la línea de 2”.

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del $\emptyset$ de la tubería de 2” de $\emptyset$, es decir de 0.4” de $\emptyset$ (0.01016 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.1416 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 42.48 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 6. Ruptura total de la línea de 1 ¼”.

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 1 ¼” de $\emptyset$ (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 1.38 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura dos minutos, liberando 165.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 7. Fuga en la línea de 1 ¼”.

Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del $\emptyset$ de la tubería de 1 ¼” de $\emptyset$, es decir de 0.25” de $\emptyset$ (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.05530988 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 16.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

***Escenario 8. BLEVE del Auto-tanque de 44,352 litros al 100%, el cual está al 90% que es igual a 39,917 litros.**

Suposición: El Auto-tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay una explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 39,917 litros de Gas líquido, 39,917*.540 que equivalen a 21,555.18 Kg. Gas L.P., dando posibilidad de un BLEVE inmediato.

***Escenario 9. Ruptura total de la manguera de 1 ¼”.**

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la manguera de 1 ¼” de $\emptyset$ (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 1.38 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura dos minutos, liberando 165.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

***Escenario 10. Fuga de la manguera de 1 ¼” de diámetro.**

Suposición: Se presenta un movimiento del transporte-tanque, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, envejecimiento de la manguera, que permite la liberación de gas L.P. a través de un orificio que equivale al 20% del diámetro de la manguera de 1 ¼” de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 0.05530988 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, liberando 16.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

* Los escenarios 8, 9 y 10 no forman parte de las operaciones y procesos normales de la Planta de Distribución. Pero es necesario incluirlos ya que tienen un grado de riesgo que ponen en peligro las instalaciones de la Planta de Distribución.

Escenario 11. BLEVE del tanque de 4,913 litros de la Estación de Servicio de gas LP para Carburación.

Suposición: El tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 4,913.00 litros de Gas que equivalen a 2,653.00 Kg., dando un BLEVE inmediato.

Capítulo II

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Los tipos de incidentes a considerar que pueden producir la pérdida de control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar consecuencias negativas para las personas y las instalaciones en el proyecto son.

Tipos de accidentes y sus potenciales daños.

Pool Fire.

La fuga al exterior (Pool Fire) tras un derrame no confinado con generación de un incendio, tiene un efecto de propagación mayor al riesgo intrínseco del suceso del peligro principal. Esto podría generar circunstancias negativas para el depósito que contiene el líquido derramado o para otros depósitos cercanos. Los sucesos que las pueden provocar son las siguientes:

- Rupturas ocasionadas por impactos en las diferentes etapas de instalación del proyecto (equipo pesado y grúas).
- Situaciones de sobre presión o fugas debidas a fallas en la instrumentación o válvulas del sistema de operación.

Efectos de la Radiación Térmica de acuerdo a la intensidad de energía.

Intensidad de Radiación Kw/m ²	Descripción
1.4	• Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. • En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m² (mínimo necesario para causar dolor).
3	• Zona de alerta.
5	• Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. • Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. • El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. • Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
11.7	• El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	• Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. • La madera puede prender después de una larga exposición. • 100 % de letalidad.
25	• El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	• Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

La Tabla siguiente muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Vulnerabilidad de Materiales.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Radiación (Kw/m ²)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

Flamazo (Flash Fire)

Para este caso se considera la dispersión de una nube de gas a baja presión en la que los efectos por presión son despreciables, quedando solamente por considerar los correspondientes a la radiación térmica. La zona de alcance (por lo general la región del espacio correspondiente al límite inferior de inflamabilidad), limitándose la consideración de los efectos térmicos al interior de dicha zona. Los efectos por radiación se muestran anteriormente. La Tabla siguiente muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado “Flash Fire”.

Efectos del Flash Fire.

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	- Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos - La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20 % como mínimo de quemaduras importantes. - En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20 % de esta superficie que comprendería la cabeza 7 %; manos 5 % y los brazos 8 %). - En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.

El Gas LP liberado en grandes cantidades se dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la concentración (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash fire y jet Fire). La Tabla siguiente muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (Lc).

Efectos de Emisiones Tóxicas

LC (%)	Índice de Mortalidad	Lesiones
1	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad bajo (1 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras. • Daño a los ojos: Conjuntivitis.
50	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia y ulceraciones diversas. • Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera. • Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas.
99	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica.	• Lesiones irreversibles. • Bloqueo físico permanente de alvéolos. • Muerte en un corto tiempo.

Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobre presión, y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Igualmente, las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica. La siguiente tabla muestra los efectos derivados de la sobre presión.

Efectos derivados de la sobre presión.

Variable Física Peligrosa Ondas de presión (kg/cm ²)	Efecto observado (Clancy)
0.703	Probable destrucción de edificios; máquinas herramientas pesadas (3,175 kg) desplazadas y dañadas seriamente, herramientas para maquinaria muy pesadas (5,443 kg) sin daños.
0.351 – 0.492	Destrucción casi completa de casas.
0.210 – 0.281	Demolición de edificio sin marcos o de paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.070	Demolición parcial de casas, las vuelve inhabitables.
0.035 – 0.070	Ventanas grandes y pequeñas se hacen añicos; daño ocasional a marcos de ventanas.

Dardo de fuego (Jet Fire).

Ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica. Este evento es poco probable que pueda ocurrir para una línea de conducción de crudo, sin embargo, si el crudo contiene dentro de su composición un alto porcentaje de gas, provocaría la ocurrencia de este evento. Para este evento ver lo descrito en radiación térmica.

Criterios para determinar la duración de una fuga.

Esencialmente, podemos decir que los daños o efectos antes citados pueden ser mayores o menores dependiendo del tiempo al que se exponga a este nivel de energía, principalmente en lo que se refiere a la radiación térmica; y en el caso de la explosión (sobrepresión) la duración de una fuga, determina la cantidad de masa que se libera de la sustancia y por tanto las dimensiones de la explosión y sus ondas de sobrepresión.

Existe otro parámetro que determina la cantidad de masa que se libera en una fuga, el diámetro del orificio o poro, o falla de instrumento o accesorio de seguridad, y para el cual también se han establecido rangos que están en función de equipo o dispositivo de seguridad con que cuenta la instalación que se analice.

A continuación, se citan los criterios para estos dos parámetros.

3. Criterios de tiempos de duración de las fugas

Se tomaron los criterios de tiempo recomendados por el “Guidelines for Quantitative Risk Assessment” CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO y se indican en la Tabla siguiente:

Tabla Criterios para Asignar Tiempos de Duración de las Fugas.

Situación	Duración de la fuga de escape	
	Ruptura total	Ruptura parcial
Válvula operada remotamente y existencia de detectores.	2 minutos	5 minutos
Válvula manual y existencia de detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula operada remotamente sin detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula manual sin detectores.	10 minutos	20 minutos

Como consideraciones generales de este estudio, se tomó la existencia de válvulas operadas remotamente con detectores como criterio para asignar el tiempo de duración de la fuga; esto en virtud de que la planta contara con un sistema de paro automático en el cual las válvulas actúan de forma inmediata ante la ocurrencia de una liberación de gas L.P.

4. Determinación de los orificios equivalentes de fuga

Se han seguido los criterios de acuerdo al “Risk management program guidance for offsite consequence analysis” los cuales se describen a continuación:

- Para tuberías de diámetro mayor o igual a 6” se consideró un orificio de fuga con un diámetro equivalente al 20 % de la sección transversal de la propia tubería.
- Para tuberías de diámetro inferior a 6” se ha postulado la ruptura total de la línea.

Adicionalmente se tomaron las siguientes consideraciones para determinar los radios de afectación:

- 1) Se consideró como caso más catastrófico pero menor probable, la presencia de un BLEVE en los tanques de almacenamiento.
- 2) Las características físicas y químicas de los fluidos permanecen constantes respecto al tiempo.
- 3) Se consideraron las condiciones meteorológicas más favorables para que se crearan las condiciones más desfavorables y permitir la formación de nubes explosivas.
- 4) Se consideró una temperatura media del área de 25 °C y una humedad relativa media anual de 73.1 %.

La Tabla siguiente muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica, sobre presión y dispersión tóxica sobre personas.

Tomando como base estos parámetros, así como las consideraciones indicadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para determinar los radios de afectación se tomará como base:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

	TOXICIDAD (Concentración)	INFLAMABILIDAD (Radiación térmica)	EXPLOSIVIDAD (sobre presión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ²	1.0 psig
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅ (1000 ppm)	1.4 KW/m ²	0.5 psig

Radio Potenciales de Afectación.

Se determinaron los radios potenciales de afectación mediante el **Software SCRI Fuego**, que permite predecir las consecuencias de acuerdo al tipo de producto por diversas concentraciones de interés, límites de explosividad y daños a la salud; además automáticamente selecciona el modelo correcto según el comportamiento de la nube y predice todos los efectos físicos, radiación y nube explosiva, los modelos en que se basa la simulación son:

Modelos de Flujo.

De fuga o escape determina la tasa, velocidad, temperatura y otras condiciones de fuga ante una pérdida de contención que puede ser instantánea o de descarga continua.

Modelos de Dispersión.

La turbulencia atmosférica se convierte en el principal mecanismo de mezcla y se desarrolla un perfil de concentración en toda la nube, esto permite relacionar los límites permisibles tolerables a distancias determinadas del punto de la fuga.

Modelos de Explosión.

Determina los niveles de sobrepresión basados en la equivalencia de una explosión de carga de TNT. Las explosiones de nubes de vapor no confinadas se caracterizan por un frente de flama, que viaja por debajo de la velocidad del sonido y se denomina deflagración.

Modelos de Radiación.

Determina el alcance y niveles de radiación producidos por:

Flamas de Chorro (Jet-Fire). Es una llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles (gas amargo, en este caso en particular).

Zona de afectación por escenario.

Los parámetros utilizados para definir y justificar las zonas de seguridad en torno al proyecto e interpretar los resultados de la simulación se marcan en la “Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo” publicada por SEMARNAT. Dichos criterios se indican a continuación:

Zona de Alto Riesgo.

Es la distancia a partir del punto de fuga donde de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere de ejecutar acciones de combate, control y evacuación inmediatas:

Parámetros que definen la Zona de Alto de Riesgo.

Efecto Explosivo	Efecto de Radiación Térmica	Toxicidad IDLH
0.070 kg/cm ²	5.0 Kw/m ²	100 ppm

Fuente: Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 0, SEMARNAT, noviembre 2002.

Zona de Amortiguamiento

Es la comprendida entre el límite de la Zona de Alto Riesgo y la distancia que, de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere tomar medidas preventivas.

Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento

Efecto Explosivo	Efecto de Radiación Térmica	Toxicidad TLV ₁₅
0.035 kg/cm ²	1.4 Kw/m ²	15 ppm

Fuente: Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 0, SEMARNAT, noviembre 2002.

Criterios de Simulación.

Los criterios que permiten efectuar las estimaciones y predicciones de daños provocados por la fuga, incendio y explosión del gas:

Peor Caso Creíble.

En términos generales este evento no es muy probable que ocurra, pero sus consecuencias serían severas; su identificación requiere de hacer una serie de consideraciones pesimistas, donde todo falla; y se ubica como la fuga de una sustancia peligrosa del recipiente de mayor capacidad o de una tubería con un mayor flujo dando como resultado consecuencias severas.

Casos más probables.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Son los incidentes con pérdida cuya probabilidad de ocurrencia es alta, no obstante, son consecuencias mucho menos graves que el peor caso creíble, se debe considerar sin ser limitativo lo siguiente: Fugas en bridas / juntas, uniones roscadas, empaques.

Para definir los escenarios a simular conforme a los riesgos del sistema de transporte y distribución se tomaron las consideraciones siguientes:

1. La evaluación de las consecuencias de los accidentes postulados para las actividades de la planta de distribución de gas se realizó a partir del cálculo y valoración de las distancias y áreas de afectación para estos escenarios de accidentes, considerando las condiciones más favorables para que las consecuencias sean más severas.
2. La sustancia peligrosa que se tiene en cuenta para la evaluación de las consecuencias en los diferentes escenarios es el Gas L.P.
3. En la postulación de los escenarios, se utilizan condiciones relativamente uniformes en la modelación de las condiciones de las posibles fugas en lo referente a altura (0 m), posición (horizontales). La ubicación de los puntos de origen de fuga es representativa para cada escenario de accidente postulado, dado el carácter aleatorio de la ocurrencia de las fugas.
4. En todos los casos modelados se postulan los escenarios de fugas con los parámetros de presión y temperatura máximos representativos de la operación normal del sistema de transporte (conservadoramente a favor de la seguridad).
5. No se considera una dirección del viento específica relacionada con los datos históricos de la zona, dado que las fugas evaluadas son de menor magnitud y presión media y están fundamentalmente dominadas por la velocidad de escape del gas. La dirección de propagación de los efectos es representativa, pudiendo variar aleatoriamente según las características ambientales de la zona, para lo cual se establecerá de manera radial el efecto uniforme desde el punto de fuga.
6. Los escenarios dispuestos corresponden en referencia a los resultados de la aplicación de las metodologías HazOp y Jerarquización de Riesgos.
7. El tiempo de duración de la fuga, se consideró tomando en cuenta el tiempo de detección.
8. La temperatura considerada es de 25 °C (temperatura promedio anual en la zona del proyecto).
9. El orificio formado por corrosión y desgaste en las líneas de conducción analizadas es de forma regular, los diámetros equivalentes del orificio varían desde el 10 % al 20 % del diámetro de la tubería y se determinó en función de la línea de mayor diámetro existente en el nodo de análisis, entendiéndose que es el caso es fuga de mayor diámetro que se puede presentar en dicho nodo.
10. Se consideró como caso más catastrófico, pero menos probable, la presencia de un BLEVE en el tanque de almacenamiento.
11. Para la realización de las simulaciones se tomaron en cuenta las condiciones de operación máximas.

Escenarios.

Los eventos extraordinarios que pueden ocurrir están relacionados con descargas o pérdida de contención de gas no deseado, estas fugas suelen ser ocasionadas por las siguientes causas:

Corrosión externa.

Es ocasionada por la exposición de la superficie externa de válvulas, gasoducto y trampas de envío y recibo de diablos a agentes oxidantes o corrosivos, los cuales ocasionan pérdida de espesor y debilitamiento, pudiendo generar orificios.

Corrosión interna.

Es ocasionada por agentes oxidantes o corrosivos que son transportados a través de válvulas, gasoducto y trampas de envío y recibo de diablos, esta corrosión genera pérdida en el espesor de los materiales, produciendo debilitamiento de la estructura y orificios.

Daños por agentes externos.

Generalmente son ocasionados por factores ajenos a la operación normal del pozo, gasoducto y trampas de envío y recibo de diablos, y pueden ser fenómenos naturales como huracanes, tormentas eléctricas, desbordamiento de ríos, deslaves, entre otros; y factores humanos como golpes o ruptura ocasionada por maquinaria pesada, o algún otro tipo de incidente.

Resultados de la modelación de eventos.

Como se mencionó anteriormente, para determinar los eventos no deseados que pueden ocurrir en la planta de distribución, se consideraron equipos y diámetros de las tuberías que conforman el rack de tuberías que conforma cada sección.

- A fin de dar mayor claridad a la forma en que se selecciona el evento se citan las siguientes consideraciones.
- Se consideró que los casos más catastróficos están relacionados con el colapsamiento del tanque de almacenamiento y la ruptura total de cualquiera de las líneas que integran la planta de distribución.
- Se consideró como caso menos catastrófico fuga en cualquiera de las líneas con un diámetro igual al 20% del diámetro de la tubería, de acuerdo con los criterios antes citados.
- Para la elaboración de los diagramas de pétalos se ubica en plano el radio resultante de la simulación del caso más catastrófico y menos catastrófico de la línea de mayor diámetro que es se localiza en las distintas áreas.
- Área de recepción, líneas de: 76 y 51 mm de $\varnothing$, el radio que se indicara en esa área es el resultante de la simulación de la línea de 76 mm de $\varnothing$.

Memoria técnico descriptiva del resultado del cálculo efectuado de conformidad con las consideraciones anteriores:

Evaluación de consecuencias por medio de distancias por fugas probables.

Nodos Operativo No 1. Isleta de Recepción de Gas L.P.

Escenario 1. Ruptura total de la línea de 3”.

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 3" de diámetro (0.0762 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 7.97 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, se considera que la fuga dura dos minutos, liberando 956.4 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 1 – Ruptura total de línea de 3”

$$Q = 7.97 \frac{Kg}{s} \left(\frac{1 L}{0.540 kg} \right) \left(\frac{60 s}{1 min} \right) = \frac{478.2 L}{0.540 Kg} = 885.55 Lpm$$

$$Q = 7.97 \frac{Kg}{s} = 885.55 Lpm \quad (\text{Gasto aproximado de gas líquido con equipos de bombeo o compresores})$$

$$P = 10 \frac{Kg}{cm^2} \quad (\text{Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería})$$

$$\emptyset = 3" \quad (\text{Diámetro de Tubería})$$

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A \quad Q = \text{Gasto}; A = \text{Área}; V = \text{Velocidad}$$

$$Q = 7.97 Kg/s$$

$$Q = 7.97 \frac{Kg}{s} = \frac{1}{0.540 Kg} \frac{L}{s} = \frac{1}{1000} \frac{m^3}{L} = 0.014759 \frac{m^3}{s}$$

Despejando velocidad

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.0762)^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.014759 \frac{m^3}{s}}{0.00456 \frac{m^2}{s}}$$

$$V = 3.23 \frac{m}{s}$$

$$A = 0.00456 m^2$$

$$Q = 7.97 \frac{Kg}{s} \times 120 s \quad 2 \text{ min} = 120 s$$

Resultado:

$$\underline{Q = 956.4 Kg \text{ de gas liberado en 2 min.}}$$

Escenario 2. Fuga de la línea de 3”.

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3” de Ø, es decir de 0.6” de Ø (0.01524 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.3186 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 95.5754689 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 2. – Fuga en Línea de 3”

$$Q = 0.3185 \frac{Kg}{s} \left(\frac{1 L}{0.540 kg} \right) \left(\frac{60 s}{1 min} \right) = \frac{19.11 L}{0.540 Kg} = 35.38 Lpm$$

$$= 0.3186 \frac{Kg}{s} = 35.38 Lpm$$

(Gasto aproximado de gas líquido sin equipos de bombeo o compresores)

$$P = 10 \frac{Kg}{cm^2}$$

(Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería)

$$\varnothing = 0.6"$$

(Orificio de fuga equivalente al 20% del tamaño de la tubería de 3”)

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A \quad Q = \text{gasto}; A = \text{Área}; V = \text{Velocidad}$$

$$Q = 0.3185 \text{ Kg/s}$$

$$Q = 0.3186 \frac{Kg}{s} = \frac{1}{0.540} \frac{L}{Kg} = \frac{1}{1000} \frac{m^3}{L} = 0.00059 \frac{m^3}{s}$$

Despejando velocidad

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.01524)^2}{4}$$

$$A = 0.018241 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00059 \frac{m^3}{s}}{0.018241 \text{ m}^2}$$

$$V = 0.032344 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.3186 \frac{Kg}{s} \times 120 s \quad 5 \text{ min} = 300 s$$

Resultado:

Q = 95.58 Kg de gas liberado en 5 min.

Escenario 3. BLEVE del tanque de 93,000 litros el cual está al 85% que es igual a 79,050 litros.

Suposición: El tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 79,050 litros de Gas líquido, $79,050 \times 0.540$ que equivalen a 42,687.00 Kg., dando posibilidad de un BLEVE inmediato.

Escenario 4. Ruptura total de la línea de 2”.

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 2" de $\varnothing$ (0.0508 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 3.54 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura dos minutos, liberando 424.8 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 4. Ruptura total línea de 2”

$$Q = 3.54 \frac{Kg}{s} \left(\frac{1 L}{0.540 kg} \right) \left(\frac{60 s}{1 min} \right) = \frac{214.8 L}{0.540 kg} = 397.77 Lpm$$

$$Q = 3.54 \frac{Kg}{s} = 397.77 Lpm$$

(Gasto aproximado de gas líquido con equipos de bombeo o compresores)

$$P = 10 \frac{Kg}{cm^2}$$

(Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería)

$$\varnothing = 2"$$

(Diámetro de tubería)

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A$$

Q=gasto; A=Área; V=Velocidad

$$Q = 3.54 Kg/s$$

$$Q = 3.54 \frac{Kg}{s} = \frac{1}{0.54} \frac{L}{Kg} = \frac{1}{1000} \frac{m^3}{L} = 0.00655 \frac{m^3}{s}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.0508)^2}{4}$$

$$A = 0.002026 m^2$$

$$Q = 3.54 \frac{Kg}{s} \times 120 s \quad 2 \text{ min} = 120 s$$

Despejando velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00655 \frac{m^3}{s}}{0.002026 m^2}$$

$$V = 3.23 \frac{m}{s}$$

Resultado:

“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”

Q = 424.80 Kg. de gas liberado en 2 min.

Escenario 5. Fuga en la línea de 2”.

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2” de Ø, es decir de 0.4” de Ø (0.01016 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.1416 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 42.48 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 5 – Fuga en línea de 2”

$$Q = 0.1416 \frac{Kg}{s} \left(\frac{1 L}{0.540 kg} \right) \left(\frac{60 s}{1 min} \right) = \frac{8.496 L}{0.540 Kg} = 15.73 Lpm$$

$$Q = 0.1416 \frac{Kg}{s} = 15.73 Lpm$$

(Gasto aproximado de gas líquido sin equipos de bombeo o compresores)

$$P = 10 \frac{Kg}{cm^2}$$

(Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería)

$$\varnothing = 0.4''$$

(Orificio de fuga equivalente al 20% del tamaño de la tubería de 2”)

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A$$

Q=gasto; A=área; V=Velocidad

$$Q = 0.1416 Kg/s$$

$$Q = 0.1416 \frac{Kg}{s} = \frac{1}{0.540} \frac{L}{Kg} = \frac{1}{1000} \frac{m^3}{L} = 0.0002622 \frac{m^3}{s}$$

Despejando velocidad

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.01016)^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.0002622 \frac{m^3}{s}}{0.000729 \frac{m^2}{m^2}}$$

$$V = 0.359 \frac{m}{s}$$

$$A = 0.0008107 m^2$$

$$Q = 0.1416 \frac{Kg}{s} \times 300 s \quad 5 \text{ min} = 300 s$$

Resultado:

Q = 42.48 Kg de gas liberado en 5 min.

Escenario 6. Ruptura total de la línea de 1 ¼”.

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 1 ¼” de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 1.38 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura dos minutos, liberando 165.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 6 – Ruptura total línea de 1 ¼”

$$Q = 1.38 \frac{Kg}{s} \left(\frac{1 L}{0.540 Kg} \right) \left(\frac{60 s}{1 min} \right) = \frac{82.8 L}{0.540 Kg} = 153.33 Lpm$$

$$Q = 1.38 \frac{Kg}{s} = 153.33 Lpm$$

(Gasto aproximado de gas líquido con equipos de bombeo o compresores)

$$P = 10 \frac{Kg}{cm^2}$$

(Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería)

$$\varnothing = 2"$$

(Diámetro de tubería)

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A \quad Q = \text{gasto}; A = \text{Área}; V = \text{Velocidad}$$

$$Q = 1.38 \text{ Kg/s}$$

$$Q = 1.38 \frac{Kg}{s} = \frac{1}{0.54} \frac{L}{Kg} = \frac{1}{1000} \frac{m^3}{L} = 0.00255 \frac{m^3}{s}$$

Despejando velocidad

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi (0.03175)^2}{4}$$

$$V = \frac{0.00255 \frac{m^3}{s}}{0.000791 \frac{m^2}{m^2}}$$

$$A = 0.000791 m^2$$

$$V = 3.22 \frac{m}{s}$$

$$Q = 1.38 \frac{Kg}{s} \times 120 s \quad 2 \text{ min} = 120 s$$

Resultado

Q = 165.6 Kg de gas liberado en 2 min.

“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”

Escenario 7. Fuga en la línea de 1 ¼”.

Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 1 ¼” de Ø, es decir de 0.25” de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.05530988 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 16.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 7 – Fuga en línea de 1 ¼”.

$$Q = 0.05530988 \frac{Kg}{s} \left(\frac{1 L}{0.540 kg} \right) \left(\frac{60 s}{1 min} \right) = \frac{3.3185928 L}{0.540 kg} = 6.1455 Lpm$$

$$Q = 0.05530988 \frac{Kg}{s} = 6.1455 Lpm \quad (\text{Gasto aproximado de gas líquido sin equipos de bombeo o compresores})$$

$$P = 10 \frac{Kg}{cm^2} \quad (\text{Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería})$$

$$\varnothing = 0.25" \quad (\text{Orificio de fuga equivalente al 20% del tamaño de la tubería de 2"})$$

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A \quad Q = \text{gasto}; A = \text{área}; V = \text{Velocidad}$$

$$Q = 0.05530988 \text{ Kg/s}$$

$$Q = 0.05530988 \frac{Kg}{s} = \frac{1}{0.54} \frac{L}{Kg} = \frac{1}{1000} \frac{m^3}{L} = 0.0001024 \frac{m^3}{s}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.00635)^2}{4}$$

$$A = 0.0000316 m^2$$

Despejando velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.000102 m^3/s}{0.0000316 m^2}$$

$$V = 3.22 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.05530988 \frac{Kg}{s} \times 300 s \quad 5 \text{ min} = 300 s$$

Resultado:

Q = 16.59 Kg de gas liberado en 5 min.

Escenario 8. BLEVE del Auto-tanque de 44,352 litros al 100%, el cual está al 90% que es igual a 39,917 litros.

Suposición: El Auto-tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay una explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 39,917 litros de Gas líquido, 39,917*.540 que equivalen a 21,555.18 Kg. Gas L.P., dando posibilidad de un BLEVE inmediato.

Escenario 9. Ruptura total de la manguera de 1 ¼”.

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la manguera de 1 ¼” de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 1.38 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura dos minutos, liberando 165.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

Escenario 9 – Ruptura total manguera de 1 ¼”

$$Q = 1.38 \frac{Kg}{s} \left(\frac{1 L}{0.540 kg} \right) \left(\frac{60 s}{1 min} \right) = \frac{82.8 L}{0.540 kg} = 153.33 Lpm$$

$$Q = 1.38 \frac{Kg}{s} = 153.33 Lpm$$

(Gasto aproximado de gas líquido con equipos de bombeo o compresores)

$$P = 10 \frac{Kg}{cm^2}$$

(Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería)

$$\varnothing = 2"$$

(Diámetro de tubería)

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A$$

Q=gasto; A=Área; V=Velocidad

$$Q = 1.38 Kg/s$$

$$Q = 1.38 \frac{Kg}{s} = \frac{1}{0.54} \frac{L}{Kg} = \frac{1}{1000} \frac{m^3}{L} = 0.00255 \frac{m^3}{s}$$

Despejando velocidad

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi(0.03175)^2}{4}$$

$$V = \frac{0.00255 \frac{m^3}{s}}{0.000791 \frac{m^2}{m^2}}$$

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

$$A = 0.000791 \text{ m}^2$$

$$V = 3.22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = 1.38 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \times 120 \text{ s} \quad 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

Resultado

Q = 165.6 Kg de gas liberado en 2 min.

Escenario 10. Fuga en la manguera de 1 ¼”.

Suposición: Se presenta un movimiento del transporte-tanque, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, envejecimiento de la manguera, que permite la liberación de gas L.P. a través de un orificio que equivale al 20% del diámetro de la manguera de 1 ¼” de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 0.05530988 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, liberando 16.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.

* Los escenarios 8, 9 y 10 no forman parte de las operaciones y procesos normales de la Planta de Distribución. Pero es necesario incluirlos ya que tienen un grado de riesgo que ponen en peligro las instalaciones de la Planta de Distribución.

Escenario 10 – Fuga en manguera de 1 ¼”.

$$Q = 0.05530988 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \left(\frac{1 \text{ L}}{0.540 \text{ kg}} \right) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = \frac{3.3185928 \text{ L}}{0.540 \text{ kg}} = 6.1455 \text{ Lpm}$$

$$Q = 0.05530988 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 6.1455 \text{ Lpm} \quad (\text{Gasto aproximado de gas líquido sin equipos de bombeo o compresores})$$

$$P = 10 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Presión de Gas L.P. Almacenado o contenido en tubería})$$

$$\varnothing = 0.25" \quad (\text{Orificio de fuga equivalente al 20% del tamaño de la tubería de 2"})$$

V=

Formula de Gasto:

$$Q = V \cdot A \quad Q = \text{gasto}; A = \text{área}; V = \text{Velocidad}$$

$$Q = 0.05530988 \text{ Kg/s}$$

$$Q = 0.05530988 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = \frac{1}{0.54} \frac{\text{L}}{\text{kg}} = \frac{1}{1000} \frac{\text{m}^3}{\text{L}} = 0.0001024 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad \text{Despejando velocidad}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad V = \frac{Q}{A}$$

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

$$A = \frac{\pi(0.00635)^2}{4}$$

$$A = 0.0000316 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0.000102}{0.0000316} \frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m}^2}$$

$$V = 3.22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = 0.05530988 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \times 300 \text{ s} \quad 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

Resultado:

Q = 16.59 Kg de gas liberado en 5 min.

Escenario 11. BLEVE del tanque de 4,913 litros.

Suposición: El tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 4,913.00 litros de Gas líquido 4,913*.540 que equivalen a 2,653.00 Kg., dando un BLEVE inmediato.

Nodos Operativo No 1. Isleta de Recepción de Gas L.P.

Escenario 1, Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Ruptura de la Línea de 3” de diámetro.		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 3" de diámetro (0.0762 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 7.97 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo se considera que la fuga dura dos minutos, liberando 956.4 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de recepción o suministro.		
Causas probables: , sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
7.97 kg/s	Máximo 2 minutos	956.4 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	36.04 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	66.27 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	118.43 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	201.32 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

Escenario 2, Caso Menos Catastrófico, Más Probable, Fuga de Gas L.P. en línea de 3”		
Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3” de Ø, es decir de 0.6” de Ø (0.01524 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.3186 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 95.5754689 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquier parte de la tubería.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
0.3186 kg/s	Máximo 5 minutos	95.5754689 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	7.72 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	14.20 m	
Sobrepresión por Explosión		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	54.96 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	93.42 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta.	

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Nodos Operativo 2. Área de Almacenamiento y suministro de Gas. L.P. a Tomas de recepción de Bombas para el Suministro de Gas L.P. al Llenado de Auto Tanques, Múltiple de Llenado y Sistema de Carburación almacenamiento.

Nodo Operativo 3. Isleta de Bombeo a Auto Tanques.

Nodo Operativo 4. Isleta de Bombeo a múltiple de Llenado.

Escenario 3, Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Se presenta un BLEVE en tanque de almacenamiento de 93,000 l al 100% pero solo se almacena el 85% como máximo.		
Suposición: El tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 79,050 Lts de Gas L.P que equivalen a 42,687.00 Kg.		
Ubicación: La ruptura se presenta en cualquiera de los tanques de almacenamiento.		
Causas probables: Combinación de eventos, calentamiento del tanque, sobrepresión, falla de materiales.		
Consideraciones		
• Temperatura ambiente: 25 °C	Estabilidad atmosférica Pasquill:	1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
s	Inmediata, se presenta una despresurización súbita.	42,687 kg
Características de la Bola de Fuego.		
Diámetro Máximo	202.70 m	
Altura al centro de la Bola de Fuego	152.03 m	
Duración de la Bola de Fuego.	15.4 s	
Radiación Térmica		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	657.11 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	1226.66 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	420.11 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	714.12 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

Escenario 4, Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Ruptura Total de Línea de 2" de diámetro.		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 2" de Ø (0.0508 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 3.54 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 424.8 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de suministro.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
3.54 kg/s	Máximo 2 minutos	424.8 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	24.44 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	44.94 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	90.36 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	153.60 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

Escenario 5, Caso Menos Catastrófico, Más Probable, Fuga de Gas LP en línea de 2"		
Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.1416 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 42.48 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de suministro.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
0.1416 kg/s	Máximo 5 minutos	42. 48 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	5.25 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	9.79 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	41.94 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	71.30 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

Escenario 6, Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Ruptura Total de Línea de 1 ¼” de diámetro.		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 1 ¼” de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 1.38 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 165.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de suministro.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
1.38 kg/s	Máximo 2 minutos	165.6 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	15.57 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	28.64 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	66.01 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	112.21 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

Escenario 7 , Caso Más Probable pero menos catastrófico, fuga en línea de 1 ¼” de Ø		
Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 1 ¼” de Ø, es decir de 0.25” de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.05530988 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 16.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de suministro.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
0.05530988 kg/s	Máximo 5 minutos	16.6 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	3.34 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	6.14 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	30.66 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	52.12 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Escenario 8. Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Se presenta un BLEVE en el transporte-tanque con un almacenamiento de 44,352 L al 100% pero solo se almacena el 90% como máximo, que equivale a 39,917 L.		
Suposición: El transporte-tanque es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay una explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 39,917 Lts de Gas L.P que equivalen a 21,555.18 Kg.		
Ubicación: La ruptura se presenta en cualquiera de los tanques de almacenamiento.		
Causas probables: Combinación de eventos, calentamiento del tanque, sobrepresión, falla de materiales.		
Consideraciones		
• Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
s	Inmediata, se presenta una despresurización súbita.	21,555.18 kg
Características de la Bola de Fuego.		
Diámetro Máximo		161.42 m.
Altura al centro de la Bola de Fuego		121.06 m.
Duración de la Bola de Fuego.		12.5 s.
Radiación Térmica		
Zona de alto riesgo (5 KW /m ²)		528.66 m.
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m ²)		986.55 m.
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm ² (1 psia)		334.54 m.
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm ² (0.5 psia)		568.60 m.
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)		No se presenta

Escenario 9, Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Ruptura Total de la manguera de 1 ¼” de diámetro.		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la manguera de 1 ¼” de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga 1.38 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 165.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en la manguera de suministro.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por mal estado, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por el movimiento del transporte tanque, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
1.38 kg/s	Máximo 2 minutos	165.6 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	15.57 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	28.64 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	66.01 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	112.21 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

Escenario 10 , Caso Más Probable pero menos catastrófico, fuga en manguera de 1 ¼” de Ø		
Suposición: Se presenta movimiento del transporte tanque, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la manguera de 1 ¼” de Ø, es decir de 0.25” de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm² y tasa de descarga de 0.05530988 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 16.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva.		
Ubicación: La fuga se localiza en la manguera de suministro.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por mal estado, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por el movimiento del transporte tanque, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
0.05530988 kg/s	Máximo 5 minutos	16.6 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	3.34 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	6.14 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	30.66 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	52.12 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Nodos Operativos 5. Estación de Carburación.

Escenario 11. Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Se presenta un BLEVE en tanque de almacenamiento de la Estación de Carburación= 4,913 lt. Gas = 2,653 kg de gas.		
Suposición: El tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 4,913.00 Lts de Gas L.P que equivalen a 2,653.00 Kg de gas.		
Ubicación: La ruptura se presenta en el tanque de almacenamiento de la carburación.		
Causas probables: Combinación de eventos, calentamiento del tanque, sobrepresión, falla de materiales.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: 25 °C		Estabilidad atmosférica Pasquill: 1.5 F
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
s	Inmediata, se presenta una despresurización súbita.	2,653 kg
Características de la Bola de Fuego.		
Diámetro Máximo	80.29 m	
Altura al centro de la Bola de Fuego	60.22 m	
Duración de la Bola de Fuego.	6.2 s	
Radiación Térmica		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	271.35 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	505.88 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	166.41 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	282.87 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO.

Interacciones de riesgo

La siguiente sección está enfocada a la realización de un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones que están próximas a la instalación que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo.

Para este análisis se consideró lo siguiente:

Puntos de interés en un radio de 500 metros.

Casos Más Catastróficos Representativos.

Casos Más Comunes.

a. Puntos de interés en un radio de 500 m.

Conforme a lo expuesto en el punto II.2.2 en radio de 500 metros se tiene un punto de interés que es la carretera federal 307 y Línea de Alta Tensión de la CFE, que se ubican a 233 m y 116 m del tanque de almacenamiento.

b. El caso más catastrófico que se dividirá en el BLEVE en tanque de 93,000 Lts. y Ruptura Total de la línea de mayor diámetro en este caso de 3” y que si bien es un escenario cuya probabilidad de ocurrencia es remota, nos es útil para establecer medidas de salvaguardas para el futuro desarrollo y planificación del crecimiento urbano.

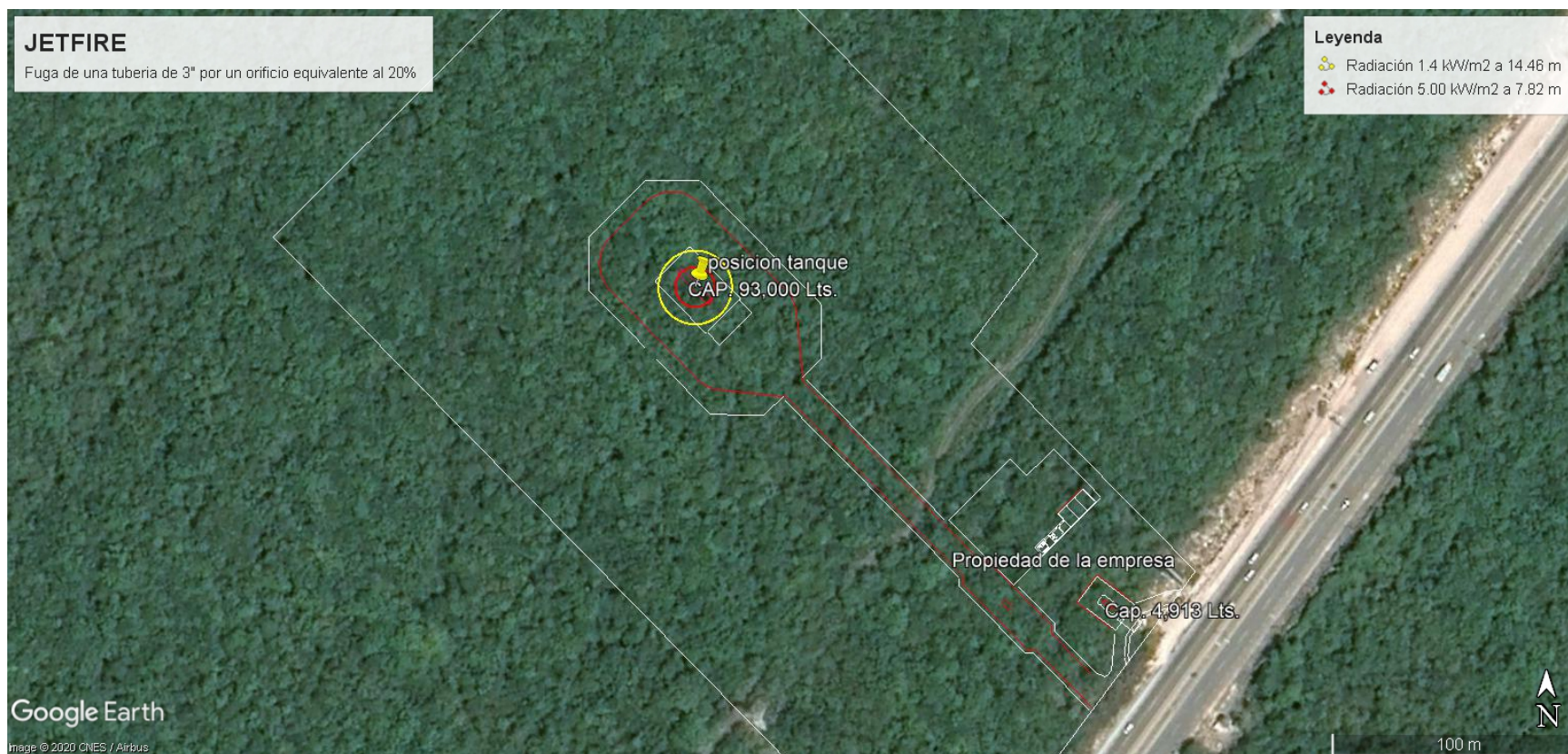
Resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los distintos escenarios simulados tenemos lo siguiente

1. Caso más probable, pero menos catastrófico, que es una fuga equivalente al 20% del diámetro de la línea de 3” de diámetro.

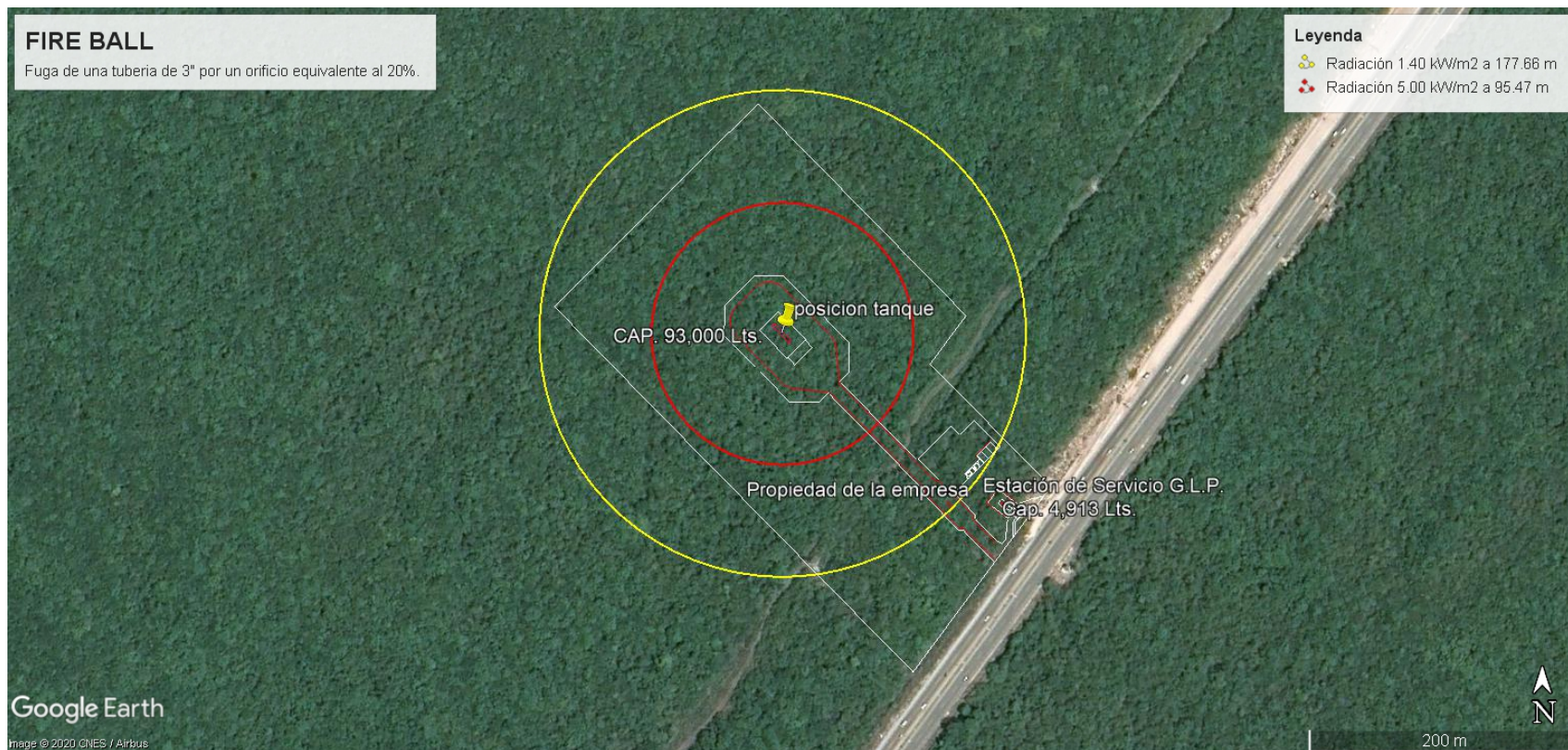
ESCENARIO 2 FUGA EN LÍNEA DE 3 PULGADAS DE DIÁMETRO.		
Jet Fire	Radio de alto Riesgo	7.82 m
	Radio de Amortiguamiento	14.46 m
Sobrepresión	Radio de alto Riesgo	54.96 m
	Radio de Amortiguamiento	93.42 m

Esc. 2 Más probable menos catastrófico. Instalaciones afectadas por radiación térmica. (JET FIRE).



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Esc. 2 Más probable menos catastrófico. Instalaciones afectadas por sobrepresión. (EXPLOSIÓN).



***“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”***

Con base en estas imágenes podemos concluir lo siguiente para el **Escenario Más Probable menos Catastrófico**.

En el caso de que se presentase este evento, ninguna infraestructura se vería afectada bajo ningún de los radios de afectación determinados.

Lo anterior es congruente con las medidas de seguridad y la franja de amortiguamiento que la Secretaría de Energía establece a través de la Dirección de General de Gas L.P. y quien publica la Norma Oficial Mexicana NOM-SESH-001-2014, la cual establece que la distancia mínima de seguridad con respecto de cualquier centro de reunión.

2. Caso más catastrófico BLEVE en tanque de 93,000 Lts. y Ruptura Total de la línea de mayor diámetro en este caso de 3”

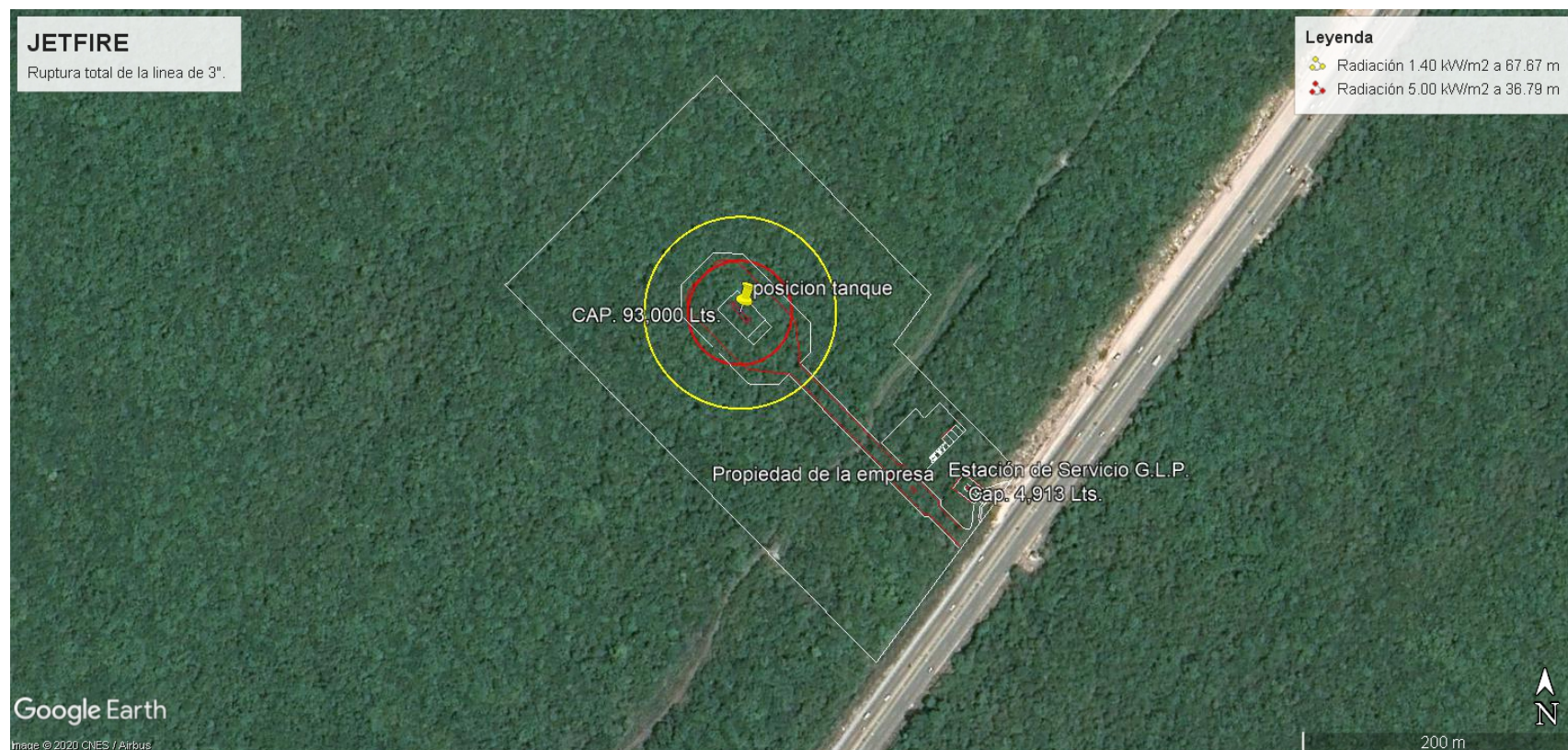
ESCENARIO 1. RUPTURA DE LINEA DE 3 PULGADAS DE DIAMETRO.		
Jet Fire	Radio de alto Riesgo	36.79 m
	Radio de Amortiguamiento	67.67 m
Sobrepresión	Radio de alto Riesgo	118.43 m
	Radio de Amortiguamiento	201.32 m
ESCENARIO 3 BOLA DE FUEGO POR BLEVE EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
BLEVE	Diámetro Máximo de la Bola de Fuego	202.70 m
Radiación Térmica derivada de la Bola de Fuego	Radio de alto Riesgo	666.19 m
	Radio de Amortiguamiento	1243.05 m
Sobrepresión	Radio de alto Riesgo	420.11 m
	Radio de Amortiguamiento	714.12 m

Escenarios Menos Probables Más Catastrófico.

a. Ruptura de línea de 3” de diámetro.

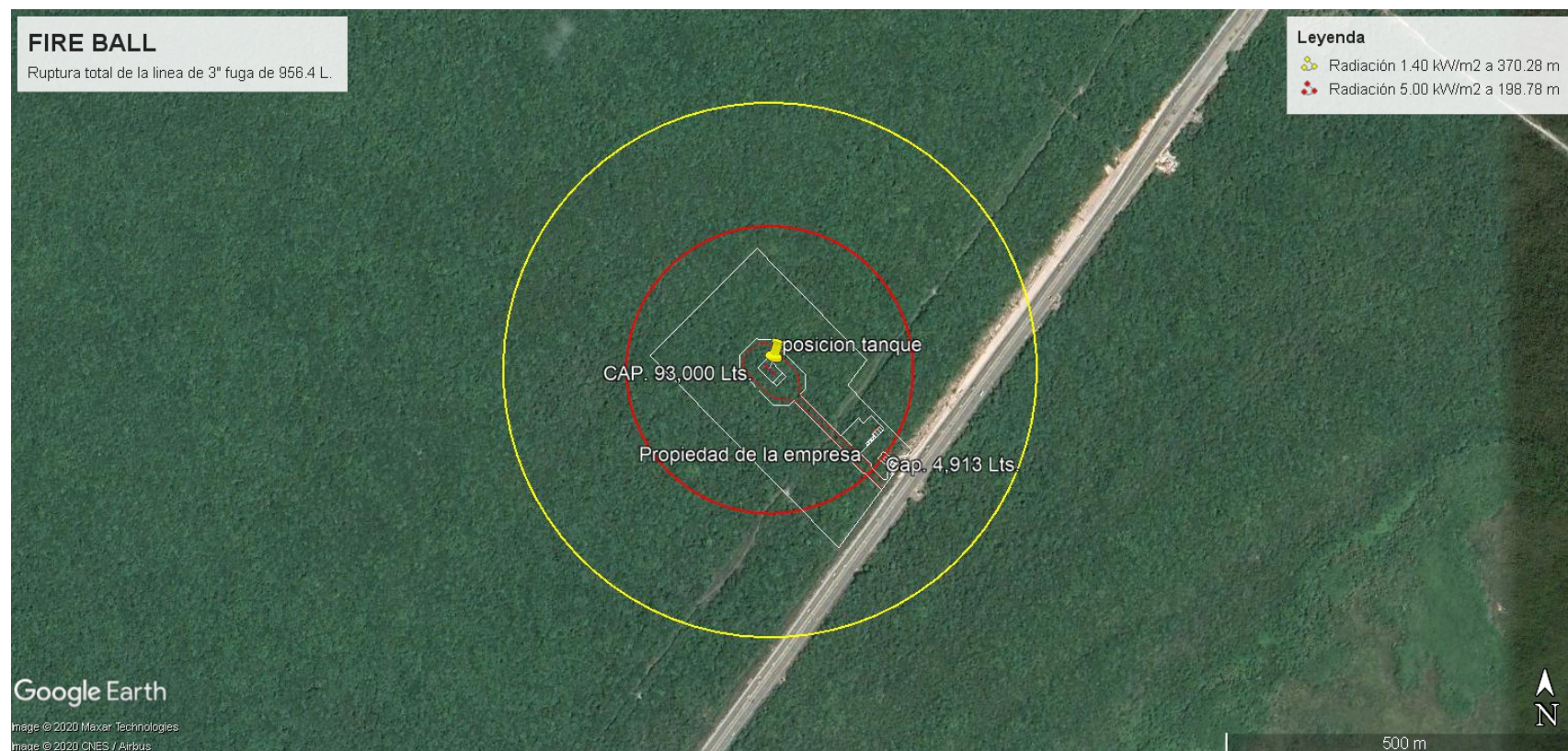
En el caso de estos escenarios tenemos que en el caso de la ruptura de la línea de 3” de diámetro, solo el radio de amortiguamiento derivado de una explosión afectaría a las instalaciones de almacenamiento, sin embargo, las consecuencias a estas infraestructuras y en consecuencia al ser humano, no serían graves, ya que la fuerza de la onda expansiva es de 0.5 psig lo que significa que apenas es suficiente para provocar la ruptura cristales

Esc. 1 Menos probable más catastrófico. Instalaciones afectadas por Radiación Térmica. (JET FIRE).



*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Esc. 1 Más probable menos catastrófico. Instalaciones afectadas por sobrepresión. (EXPLOSIÓN).



***“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”***

b. BLEVE en tanque de almacenamiento de 93,000 Lts. el cual estaría con 79,050 L. que equivale al 85%

En este caso, es obvio que al considerar la ruptura total del tanque, los radios de afectación para radiación térmica, como para sobrepresión, arrojen radios bastantes considerables, y por ende la infraestructura que se pudiese ver afectada es más, de esta forma tenemos que el radio de alto riesgo para radiación térmica es de 666.19 m, lo que significa que la Línea de Alta Tensión de CFE y la Carretera Federal 307, estarían recibiendo una radiación térmica de 5 Kw/m², la infraestructura que las integra no sufriría consecuencias graves, toda vez que los efectos están considerados para el ser humano de manera que este nivel de radiación no afectaría la integridad de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella; si bien es cierto que el nivel de radiación puede generar consecuencias graves para el ser humano, estas se verían limitadas por el tiempo de exposición, ya que la radiación térmica dura 15.4 seg., **lo que significa que es muy breve y no se tendrían consecuencias graves sobre el ser humano**; toda vez que de acuerdo a la tabla citada en la pág. 94 del presente Estudio, tenemos que a este nivel de radiación térmica, si se está expuesto **13 segundos las personas empezaran a sentir dolor, y prácticamente sería lo más perceptible ya que la radiación térmica dura 15.4 seg.** Es decir, no podría causar quemaduras de segundo grado, porque no llegaría a los 40 seg. Necesarios para generarlas, ya que el tiempo de exposición es muy breve.

En lo que respecta al radio de amortiguamiento de la radiación térmica y de amortiguamiento, las consecuencias sobre el ser humano y sobre su estructura no serían graves, toda vez que son áreas en donde las afectaciones son tolerables tanto para el ser humano como para distintos materiales.

En lo que se refiere a las interacciones de riesgo con otros equipos o instalaciones de la planta, es obvio que dado el arreglo que se tiene en lo referente a la distribución de los equipos se encuentran próximos entre sí, por lo que en caso de presentarse un evento con presencia de incendio y/o explosión, la radiación térmica o las ondas de sobrepresión ocasionarían afectaciones sobre estos, y en consecuencia generar un efecto domino, sin embargo para esto se han instrumentado y equipado a esta planta con elementos y ***Sistemas de Seguridad** y contra incendio que disminuyen la probabilidad de ocurrencia de estos eventos.

En el caso de los escenarios considerados como menos catastróficos pero más probables, en el caso de la radiación térmica presenta radios de afectación cortos y cuyas afectaciones se circunscriban en la mayoría de los casos al área en donde se presentan, no obstante, como una medida de seguridad adicional se construirá una barda perimetral de block de concreto, reforzada con elementos verticales y horizontales, lo que ayudara a contener y a absorber los efectos de la radiación térmica o de sobrepresión evitando que la vegetación presente en el área de estudio se vea afectada por la ocurrencia de unos de estos eventos.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

*** Sistema de Protección Por Medio de Agua:**

Con el objeto de obtener mayor seguridad en la protección de las zonas de Almacenamiento, Trasiego, Estacionamientos de los vehículos y Semirremolques, así como los Talleres; el análisis de las condiciones de la instalación están calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001-SESH-2014 y NOM-015-SECRE-2013, vigentes, como se describe a continuación a detalle: la operación es automática para el Sistema de Enfriamiento por Aspersión de Agua, y la operación es manual para el sistema de hidrantes, están compuestos por 2 bombas, una eléctrica y otra de combustión interna, también se cuenta con una bomba Jockey para mantener presurizado el sistema, el cual cubre un 100% de todas las áreas de trasiego y almacenamiento y consta de lo siguiente:

- a) Cisterna para agua.
- b) Sistema de Enfriamiento por Aspersión de Agua.
- c) Protección Contra Incendios de Soportes Estructurales.
- d) Válvulas del Sistema de Enfriamiento por aspersión de Agua.
- e) El Sistema de Hidrantes.

1. SISTEMAS CONTRA INCENDIO:

La planta de distribución de Gas L.P., como medida de seguridad y prevenir alguna contingencia, tiene instalados extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre los 2 (dos) recipientes de almacenamiento y un sistema de hidrantes.

- a) Los extinguidores son tipo ABC de polvo químico seco con capacidad de 9 kgs. En el tablero eléctrico y equipo de bombeo son de CO2 de 9 kgs., y 4.5 de capacidad respectivamente, instalados a una altura máxima de 1.50 mts., del piso. Estos están visibles y de fácil acceso.
- b) Además, se tiene 1 (un) extintor tipo carretilla con capacidad de 70 kgs. de polvo químico seco ABC y se localizan en área de almacenamiento.
- c) A la entrada de la planta se tiene instalado un anaquel con matachispas, que son colocados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

2. SISTEMA DE PROTECCION POR MEDIO DE AGUA:

Con el objeto de obtener mayor seguridad en la protección de las zonas de almacenamiento, trasiego y estacionamientos de los vehículos de reparto y auto-tanques; el análisis de las condiciones de la instalación están calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001-SESH-2014, vigente, como se describe a continuación a detalle: la operación es manual: tanto el sistema de protección por medio de Enfriamiento por Aspersión de agua, como el sistema de hidrantes los cuales cubren un 100% todas las áreas de riesgo.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

DISTRIBUCION DE EXTINTORES.

UBICACION	f UNIDAD DE RIESGO	NO. EXTINTOR 9 KG ABC	NO. EXTINTOR DE CARRETILLA 70, 60 o 50 KG. ABC	NO. EXTINTOR 9 y 4.5 KG CO ₂
Tomas de recepción	0.3	1 por cada toma 2		
Tomas de carburación de autoconsumo	0.3	1 por cada toma 1		
Tomas de suministro	0.3	1 por cada toma 1		
Muelle de llenado para recipientes transportables	0.3	1 por cada 5 llenaderas 2		
Sistema de sellado (f/c)	0.3	n/a		
Zona de almacenamiento	0.3	1 por cada recipiente 1	1 de 70 kg.	
Bombas y compresores para Gas L.P.	0.3	1 por cada equipo 3		
Sistema de vaciado de Gas L.P.	0.3	1		
Bombas para agua contra incendio	0.2	cuarto de bombas 1		Bombas vs incendio 1 de 4.5 kg.
Generador de energía eléctrica	0.2	N/A		
Talleres	0.2	2		
Oficina, Baños y Almacén	0.2	2 oficina 1 baños 1 almacén		
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	0.2	1 por cada 10 cajones 1		
Est. de vehículos utilitarios y de personal de la planta	0.2	1 por cada 15 cajones N/A		
Caseta de vigilancia	0.2	N/A		
Cuarto Eléctrico	0.2			1 de 9 kg.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Caracterización y análisis del Sistema Ambiental.

Una vez delimitado el Sistema Ambiental (SA) de acuerdo al punto anterior en la cual se tomaron criterios técnicos, normativos y de planeación se procedió a realizar una caracterización general de los componentes ambientales tanto bióticos como abióticos del Municipio de Solidaridad y posteriormente realizaremos un análisis específico de las condiciones ambientales que actualmente prevalecen en el predio y el área de influencia directa determinada y tendencias de cambio, para lo cual nos apoyamos con la sobre posición de mapas, en las cartas de uso de suelo, el visualizador geográfico Google Earth y la evidencia recabada en campo.

Medio físico (Aspectos Abióticos).

a) Clima.

En la ciudad de Playa del Carmen se localiza una estación climatológica a cargo de la Comisión Nacional del Agua, que durante más de 15 años ha llevado registros diarios de los diversos componentes físicos ambientales como la temperatura, la evaporación y la precipitación. Con ello se ha establecido de manera puntual, pero extendible a su área de influencia.

En el área metropolitana de Playa del Carmen ocurre el mismo tipo de clima que se presenta en la mayoría del territorio del Municipio de Solidaridad, el cual está clasificado en general como cálido con lluvias en verano.

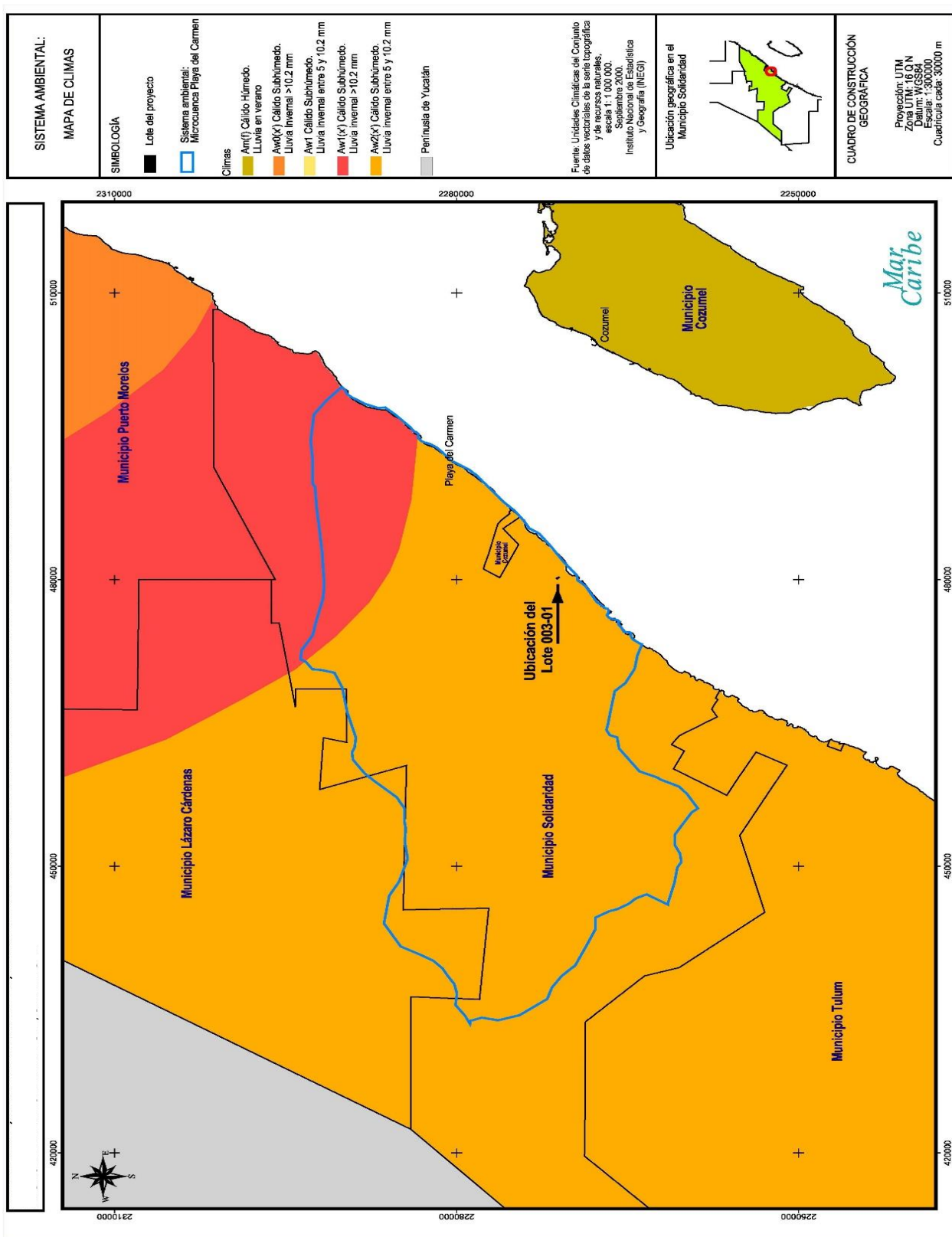
De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), en la microcuenca se presentan dos subtipos climáticos:

En la porción Norte el Aw1 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

En la porción Centro y Sur el Aw2 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 84% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

Lo anterior se corrobora con la Carta climática del INEGI, como puede observarse en el plano de la página siguiente.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

b) Precipitación.

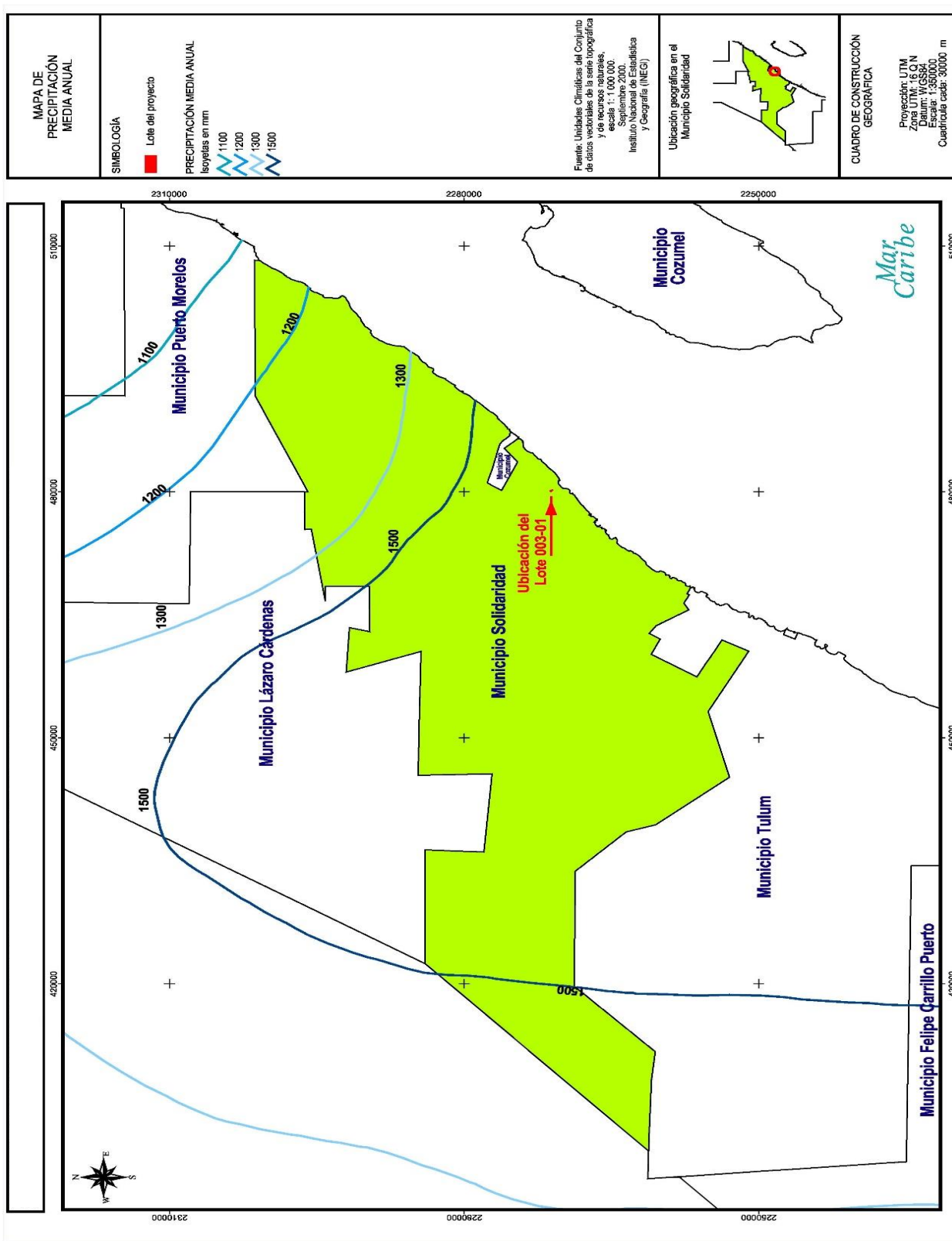
La precipitación media anual en la microcuenca es de 1,200 a 1,500 mm; con precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual. Históricamente la precipitación máxima en 24 horas se registra en el mes de octubre, y en la temporada de seca se registran meses sin precipitación o con precipitación muy escasa.

No obstante, lo anterior, de acuerdo con la Carta de precipitación media anual (PMA) del INEGI (ver plano de la siguiente página), la microcuenca se ubica en una zona que presenta una PMA de 1500 mm.

c) Intemperismos severos.

Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de junio a noviembre (temporada de huracanes) y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes precipitaciones. La formación de estas perturbaciones atmosféricas sucede en una de las dos matrices registradas en la región. La primera se localiza en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el Mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo. La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente africano.

Los fenómenos originados aquí tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas en México, así como Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. Estos fenómenos naturales pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar.



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

d) Intemperismos no severos.

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la microcuenca, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

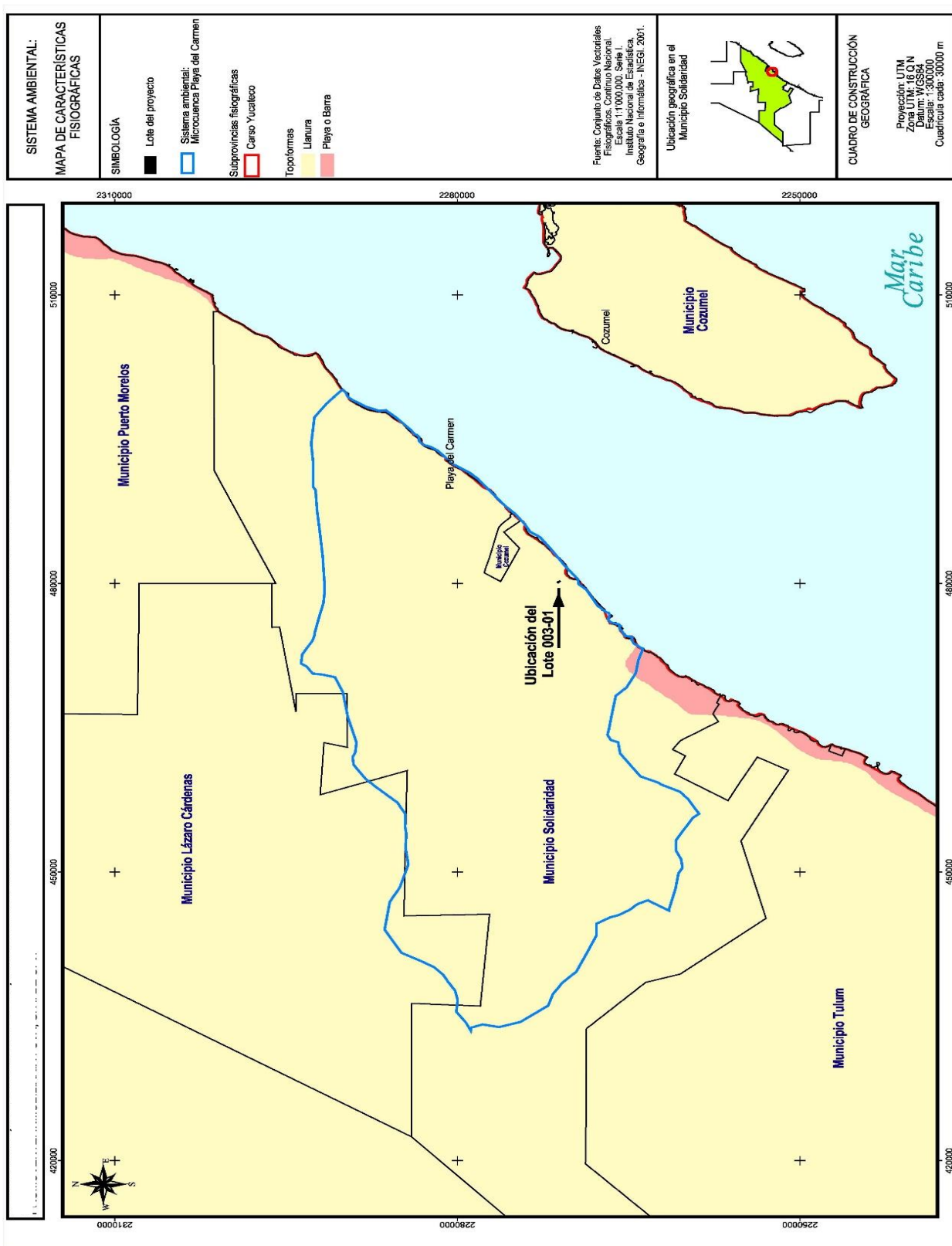
e) Fisiografía.

Desde el punto de vista fisiográfico la microcuenca forma parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, la cual a su vez se divide en tres subprovincias: 63 Carso y Lomeríos de Campeche, 62 Carso Yucateco y 64 Costa Baja de Quintana Roo (INEGI, 2002). La superficie de la microcuenca se encuentra ubicada dentro de la subprovincia fisiográfica 62 Carso Yucateco (ver plano).

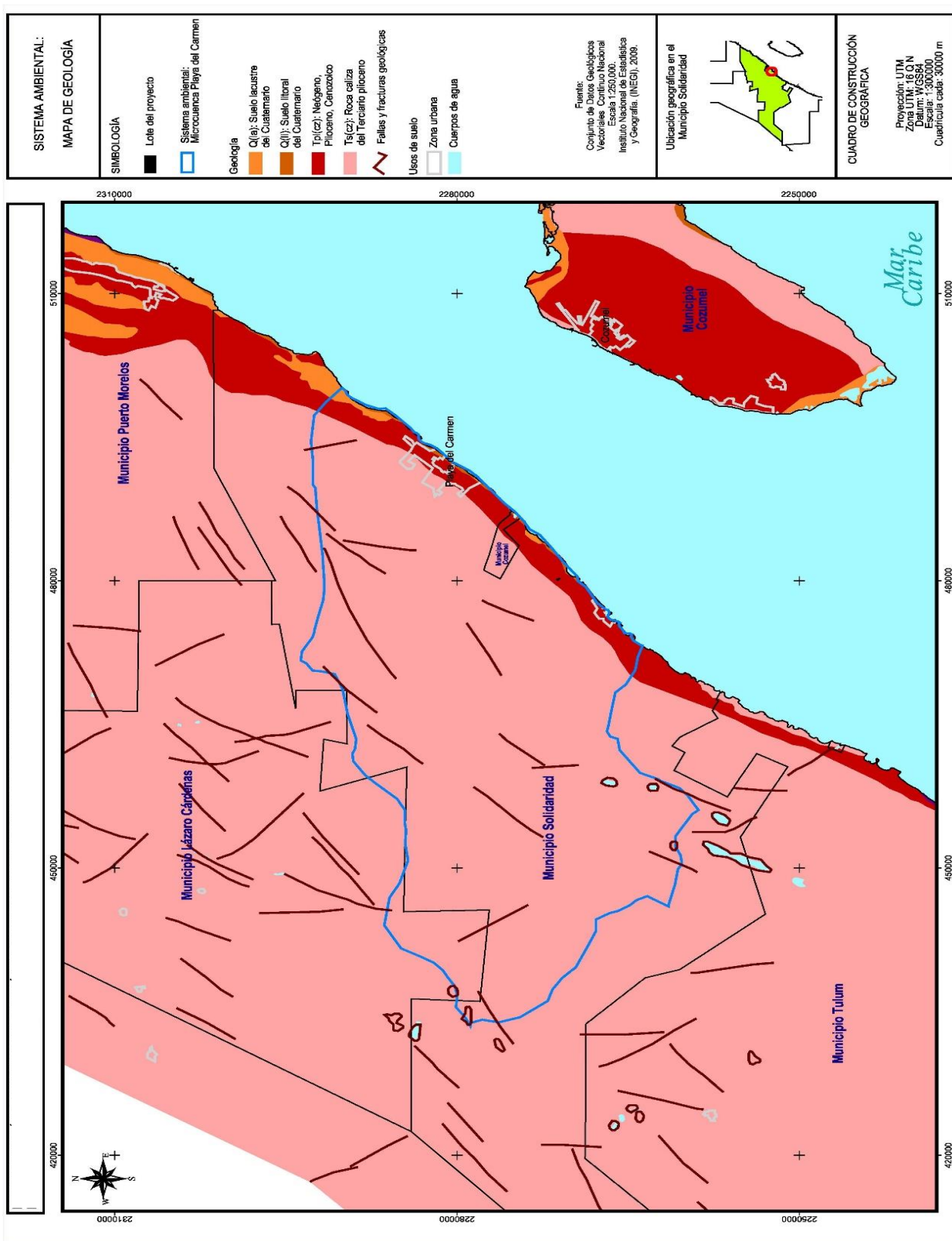
En la provincia Península de Yucatán, el terreno es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Por su parte, la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m. en su parte Suroeste. En términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

f) Geología.

En la microcuenca se presentan 3 tipos geológicos: Ts (cz), Q (s) y Tpl (cz), cuyos atributos se describen como sigue:



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

El subtipo geológico Tpl (cz), está formado en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal.

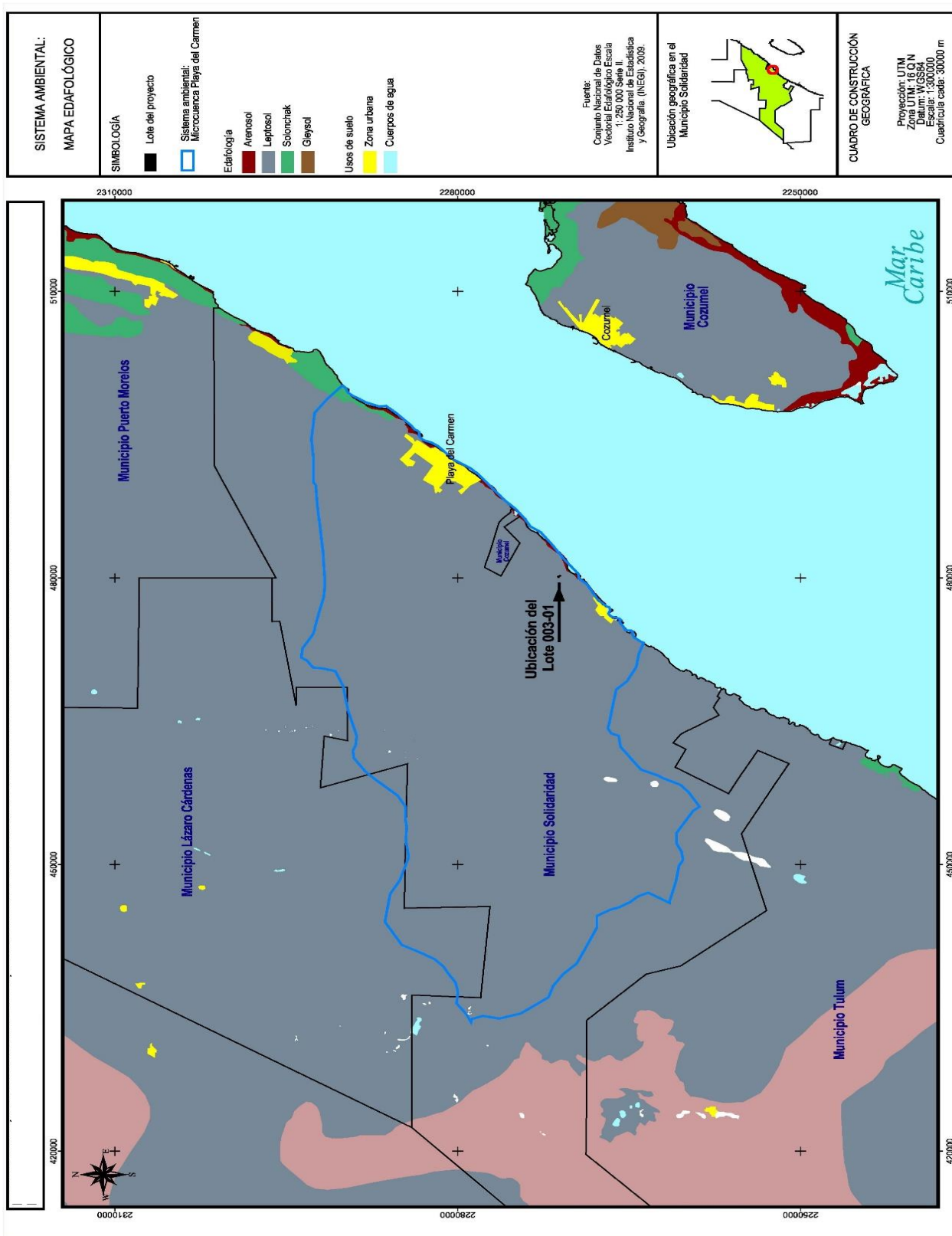
El subtipo geológico Ts (cz) roca caliza del Terciario plioceno, está formada en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal.

El subtipo geológico Q(la) suelo lacustre, perteneciente al sistema Cuaternario de la era cenozoica, pertenece a la era nueva como la conocemos actualmente, por lo que el tipo de roca que la conforma es joven. Esta era geológica abarca los últimos 65 millones de años y en ella el planeta adquiere el aspecto y las cualidades que conocemos. En esta era todo se prepara para el siguiente gran salto evolutivo.

g) Edafología.

De acuerdo con la carta edafológica (escala 1:250000, serie II) del INEGI, la microcuenca se ubica en una zona donde se distribuyen las siguientes unidades edáficas (ver plano de la página siguiente):

Arenosol. - Son de contextura arenosa, con una profundidad de 100 cm. y se localizan en la zona costera. Sus principales restricciones de uso son la escasa retención de humedad y baja fertilidad.



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

Leptosol. - Los Leptosoles (del griego leptos, delgado), que se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Redzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo.

Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

Solonchak. - (símbolo: Z). Del ruso sol: sal; literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos bajos. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Para el Sistema Ambiental se identificó la subunidad Solonchak órtico (símbolo: Zo), del griego orthos: recto, derecho; suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo; se trata de un Solonchak con una capa superficial clara y pobre en materia orgánica, y nutrientes.

h) Hidrología superficial.

La microcuenca se encuentra ubicada dentro de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte (Yucatán); la distribución de dicha región abarca el 31.77% de la superficie del estado de Quintana Roo en su porción norte, parte de Yucatán y de Campeche. Se caracteriza por presentar una precipitación promedio que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste.

Existe una carencia total de corrientes superficiales por las características particulares de alta infiltración en el terreno y el escaso relieve, así como una carencia de cuerpos de agua de gran importancia. Debido a la conformación del terreno dentro de la microcuenca, la precipitación que se presenta en la parte continental, aun cuando anualmente es superior a 1,000 mm, sólo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga del acuífero denominados “Xuch”, por lo que no se tienen escurrimientos superficiales.

Uno de los cuerpos de agua superficiales más representativos en la microcuenca, se refieren principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los denominados cenotes. Otros cuerpos de agua que se presentan son intermitentes y de origen pluvial, Akalchés, como se les denomina localmente, los cuales se forman en suaves depresiones topográficas con sedimentos finos impermeables, hacia donde fluye el agua producto de la precipitación pluvial por escurrimientos y queda atrapada por

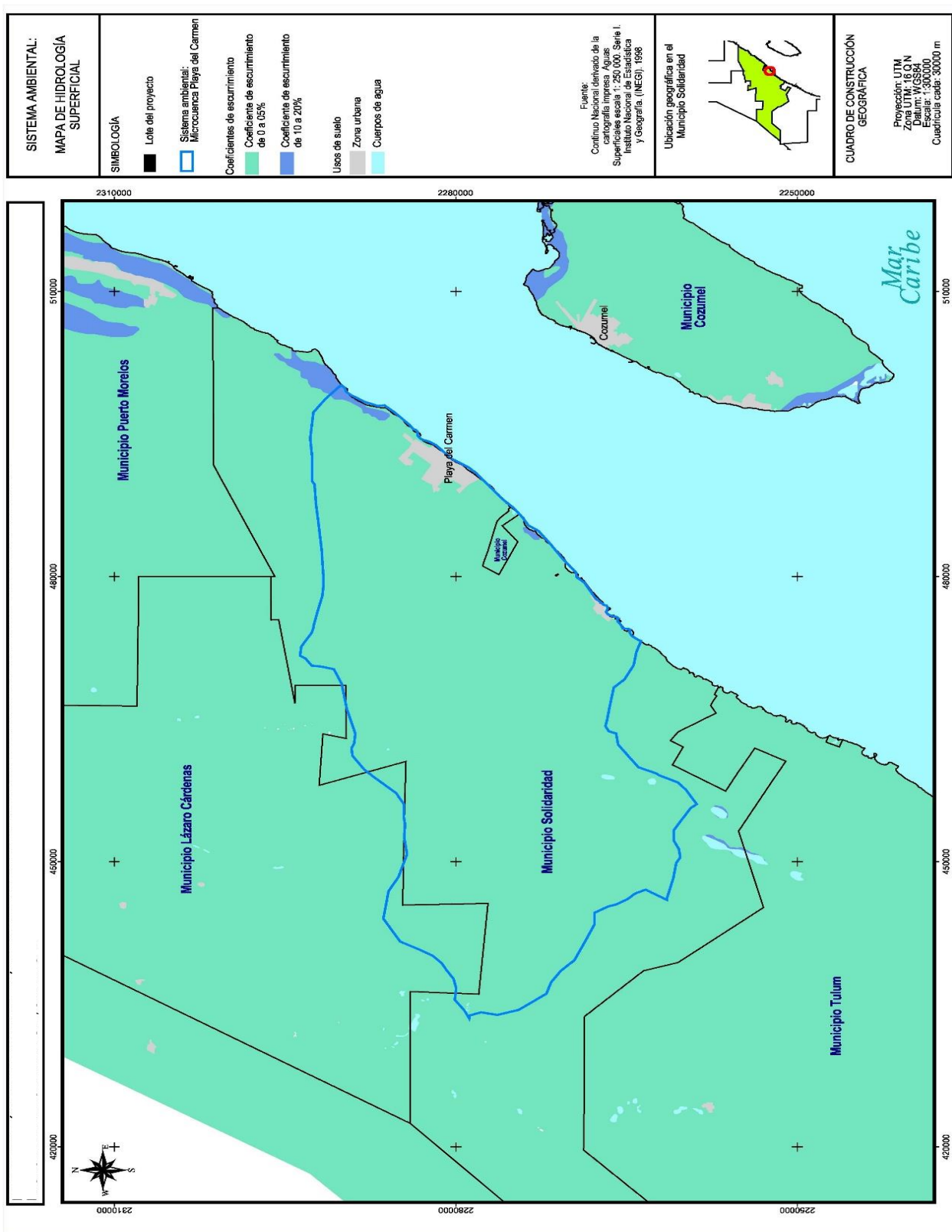
*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

el sedimento impermeable. La permanencia y temporalidad de estos cuerpos de agua dependen de factores climáticos como la temperatura, evaporación y precipitación pluvial.

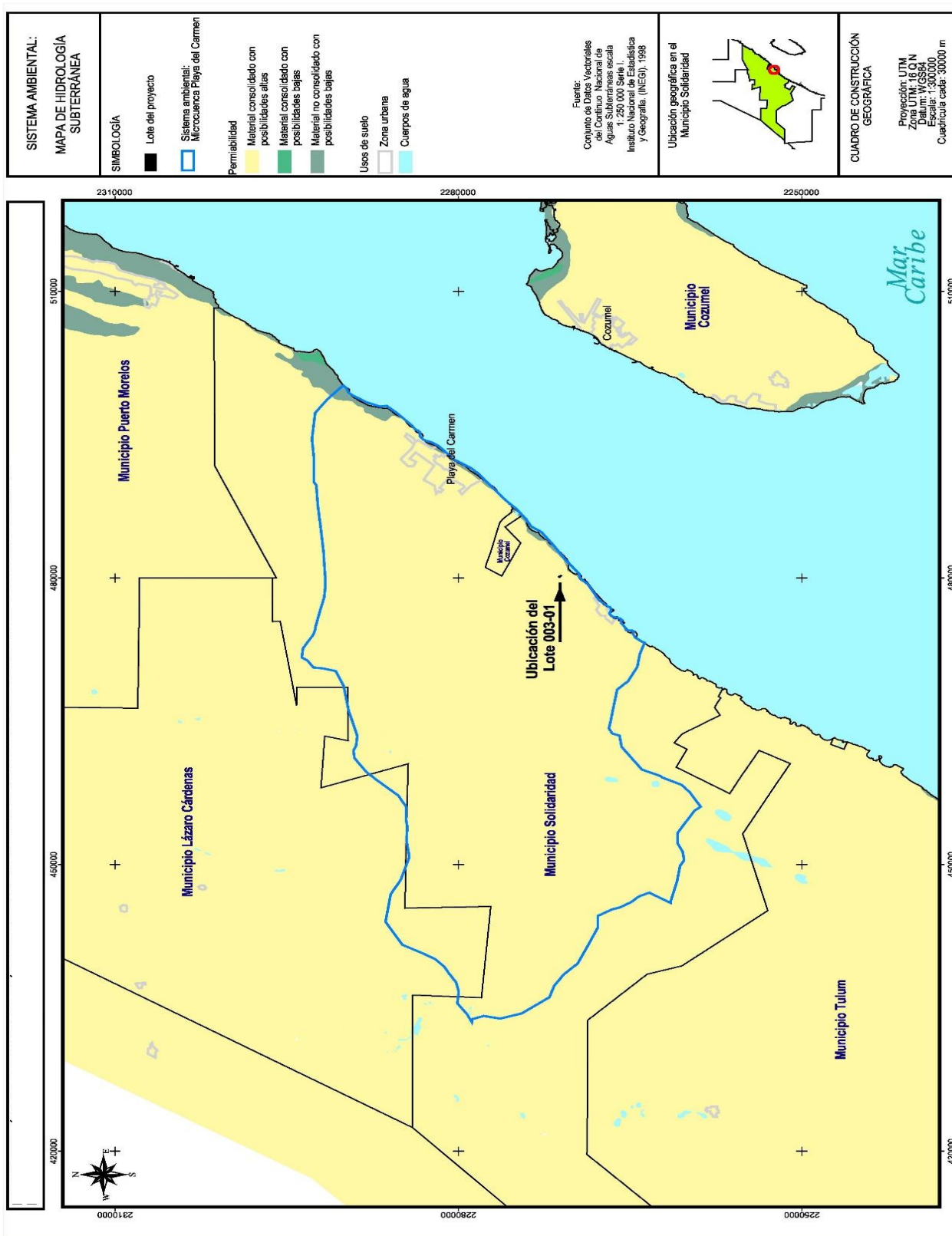
Conforme a la carta de hidrología superficial del INEGI, tenemos que en la microcuenca se identifican zonas con un rango de escurrimiento de 0 a 5% de manera predominante, excepto en las franjas costeras que en algunas zonas presenta de 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (ver plano de la siguiente página).

i) Hidrología subterránea.

Conforme carta de hidrología subterránea del INEGI, tenemos que en la microcuenca se identifican de manera predominante, zonas de material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero, a excepción de las zonas muy cercanas a la costa que presentan material no consolidado con posibilidades bajas (ver plano).



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

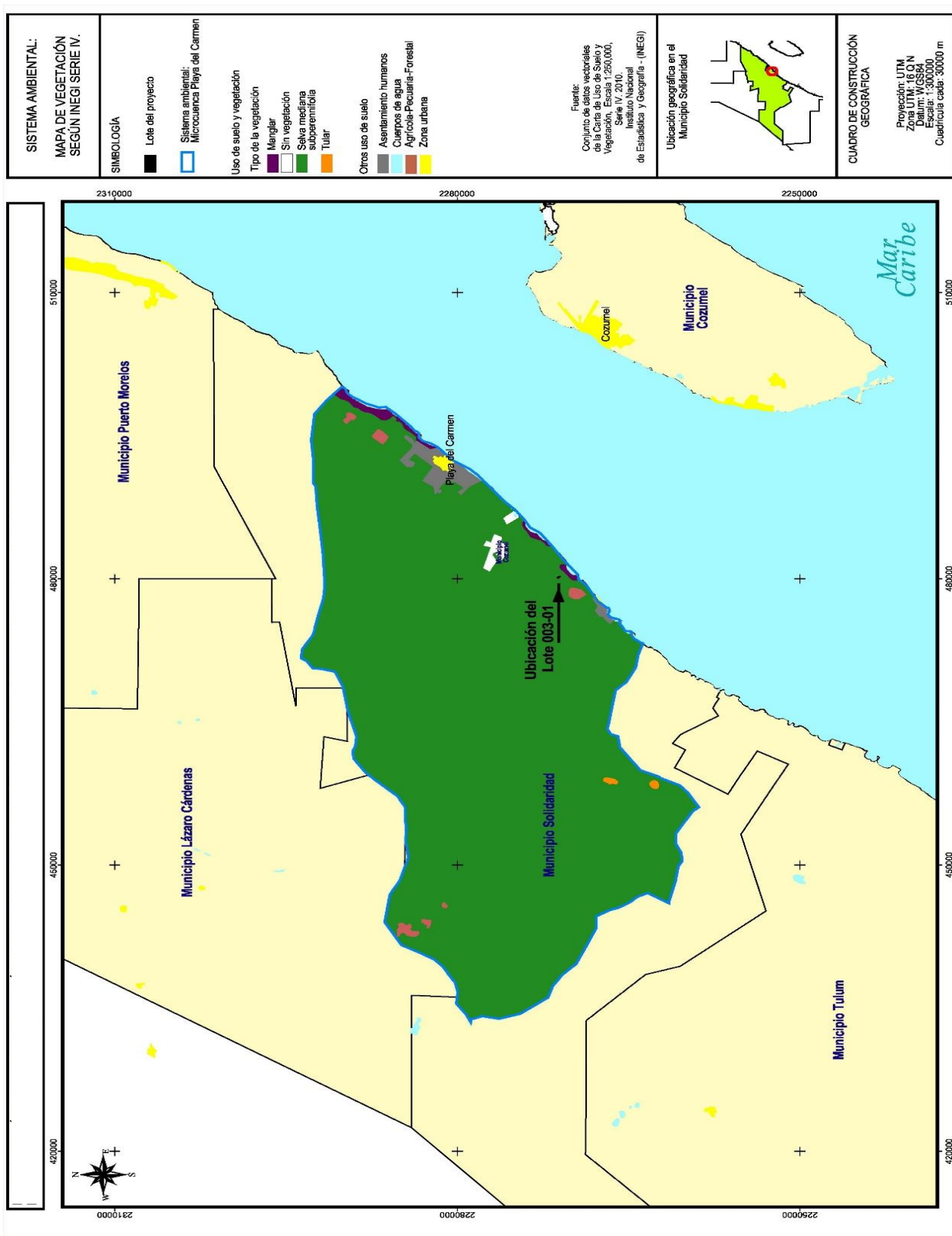
Elementos biológicos. (Aspectos Bióticos).

Vegetación.

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (serie IV, escala 1:250000), a nivel de la microcuenca se identificaron tres tipos de vegetación y varios usos de suelo predominantes, a saber: Selva mediana subperennifolia, Manglar y Tular; así como asentamientos humanos, pastizal cultivado para uso pecuario y áreas sin vegetación aparente (ver plano de la siguiente página). A continuación, se describen los tipos de vegetación identificados.

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ). Se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1000 a 1600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársticas. Los árboles, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas; tienen una altura media de 25 a 35 m, alcanzando un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m, y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

Manglar (VM). Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).



**“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”**

Asentamiento humano. Corresponde al centro de población de la localidad de Playa del Carmen.

Pastizal cultivado. Corresponde a un potrero en donde se lleva a cabo la actividad pecuaria, lo que implicó la sustitución de la vegetación natural por pastizal cultivado necesario para la cría y alimentación de ganado vacuno en forma extensiva.

Sin vegetación aparente. Corresponde a superficies donde se ha realizado el cambio de uso de suelo y que actualmente no presentan algún tipo de vegetación.

b. Vegetación a nivel del predio.

b.1. Delimitación del área de estudio.

Par poder estimar los índices de diversidad de la flora y fauna en un ecosistema similar al que está ya afectado dentro de la microcuenca, nos basamos en la zonificación de uso de uso de suelo propuesta en el Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Playa del Carmen (PDUPC), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 20 de diciembre del 2010. De acuerdo con dicho instrumento normativo, dentro del centro de población de Playa del Carmen, se tiene destinada una superficie de 911,459 hectáreas como áreas de preservación ecológica con clave PE/rs (protección de cauces de ríos subterráneos), lo que garantiza que conservará su vegetación natural, y por lo tanto de se mantendrá dentro de la microcuenca como un ecosistema similar al que fue afectado con el cambio de uso de suelo.

Para poder sustentar la información presentada, se utilizó el plano E_14 Zonificación secundaria, usos y destinos de suelo contenido en el PDUPC, sobrepuesta en la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (serie IV, escala 1: 250,000). Del total de polígonos con uso de suelo PE/rs, que presentan vegetación de Selva mediana subperennifolia (ecosistema similar al que fue afectado).

La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extendido en todo este municipio. Esta se desarrolla en climas cálidos húmedos con precipitaciones promedio anuales de 1,300 mm de lluvia. Este tipo de vegetación ha perdido miles de hectáreas debido a desastres naturales como, incendios forestales, pero también por efecto de las actividades humanas como la agricultura, las especies vegetales más representativas son el chicozapote, el ramón, el guayabillo y el chacá, zonas más aisladas del interior del municipio se encuentra pobladas por selva alta, en donde se puede encontrar el siricote, el palo de tinte y la caoba; hacia el suroeste del municipio se encuentran zonas dedicadas a la agricultura de temporal y de riego, siendo el principal cultivo la caña de azúcar, junto a la costa del mar Caribe se puede localizar principalmente manglares.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Específicamente en el área metropolitana es escasa en vegetación, en razón de que los asentamientos humanos la han sustituido por infraestructura. Sin embargo, se tiene la presencia de áreas en donde la vegetal presente es la selva mediana subperennifolia altamente perturbada, donde se observa la presencia de algunos árboles de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo originales. En los poblados es frecuente encontrar especies ornamentales o frutícolas sembradas por sus habitantes, entre las cuales destacan los tulipanes (*Hibiscus rosasinensis*), crotos (*Crotos sp.*) y zacate de jardín (*Sporobolus virginicus*)

Fauna.

Se encuentran animales silvestres como, mamíferos y una gran variedad de invertebrados. Algunos representantes son el mono araña, jaguar, tucán, hocofaisán, venado de cola blanca, iguana rayada, cocodrilo, etc. En los recorridos de campo y muestreo de flora que se hicieron no se observó en el predio y en las zonas aledañas ningún individuo de fauna.

Caracterización y análisis del predio y el área de influencia indirecta.

1. Diseño del muestreo.

Una vez definida la poligonal del predio, se procedió a realizar el inventario forestal, con la finalidad de obtener las características particulares de la vegetación. Para esto se realizó un muestreo sistemático a través de cuadrantes o parcelas de muestreo, cuyas características se describen en los siguientes puntos:

- Estrato arbóreo. - Para el estudio de este estrato se trazaron 12 cuadrantes de 25 m x 25m (625 m² por cada sitio), a través del cual se tomaron los datos dasométricos del arbolado adulto con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm.
- Estrato arbustivo. - Para el estudio de este estrato se trazaron 12 subcuadrantes de 10 m x 10 m (100 m² por cada sitio). Dentro de cada cuadrante se tomaron los datos dasométricos del arbolado joven con diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 5 cm, pero menor a 10 cm.
- Estrato herbáceo. - Para el estudio de este estrato se trazaron 12 subcuadrantes de 2 m x 2 m (4 m² por cada sitio). Dentro de cada cuadrante se tomaron los datos de altura y cobertura para cada individuo identificado.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas (UTM, WGS84, 16Q Norte), de los sitios de muestreo utilizados durante el inventario forestal dentro del predio del proyecto. Se realiza anotaciones una descripción de la vegetación, según los cambios de estrato y composición florística, observadas in situ. Así mismo se registran datos de interés ecológico, mismas que se integran a la caracterización de la vegetación y descripción de la misma.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Para los muestreos se tomaron los siguientes puntos:

Sitio	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	480130.00	2271290.00
2	480060.00	2271220.00
3	480130.00	2271220.00
4	480200.00	2271220.00
5	480060.00	2271150.00
6	480130.00	2271150.00
7	480200.00	2271150.00
8	480130.00	2271080.00
9	480200.00	2271080.00
10	480270.00	2271080.00
11	480200.00	2271010.00
12	480270.00	2271010.00

2. Condiciones ambientales del ecosistema que se desarrolla en el predio.

El ecosistema que se desarrolla al interior de la superficie del predio, se encuentra en estado secundario de desarrollo, pues se trata de una zona con vegetación colindante con la Carretera Federal 307, y que ha sido afectada por el trayecto del tendido de energía eléctrica de CFE, y que ha ocasionado su fragmentación; lo que ha propiciado una modificación significativa en su estructura y composición original, pues es posible observar cierta afectación en su condición de regeneración, considerando que la altura, densidad, distribución de especies, y el área basal estimado, no corresponde a un ecosistema primario.

3. Descripción fisonómica de la vegetación.

De acuerdo con el estudio realizado en campo, y conforme al análisis realizado en gabinete, se determinó que la vegetación existente, corresponde a Selva mediana subperennifolia; sin embargo, también se observan áreas sin vegetación aparente que corresponden a la trayectoria o derecho de vía del tendido eléctrico realizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

La comunidad vegetal identificada presenta tres estratos en su estructura vertical, a saber: estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo; siendo el estrato arbóreo el que se observa mejor representado, con una estructura mejor definida que el estrato medio e inferior; y los individuos que lo integran presentan una distribución marcadamente heterogénea, con la predominancia de ciertas especies. El estrato arbustivo también resulta importante en la estructura vertical, toda vez que se trata de un ecosistema en estado secundario de desarrollo.

En cuanto al estrato herbáceo, este se encuentra compuesto en forma predominante por plántulas de especies nativas, aunque se observa una baja tasa de regeneración natural, pues su representación también es escasa y dispersa. A continuación, se describen las características particulares de cada estrato.

- Estrato arbóreo. - Se encuentra conformado por ejemplares adultos con un diámetro normal (DAP) mayor a 10 cm; siendo el diámetro promedio del estrato igual a 14.3 cm; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 39.2 cm correspondiente a un individuo de la especie *Ficus cotinifolia* (higo copó); y un mínimo registrado de 10 cm perteneciente ejemplares de diversas especies. La altura promedio del arbolado es de 8.4 m; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 15 m para un ejemplar de *Coccoloba barbadensis* (boob); y un mínimo de 2.5 m para un ejemplar de *Ficus cotinifolia* (higo copó).
- Estrato arbustivo. - Se encuentra conformado por ejemplares juveniles en desarrollo con un diámetro normal (DAP) menor a 10 cm y mayor o igual a 5 cm; siendo el diámetro promedio del estrato igual a 6.84 cm, con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 9.8 cm para ejemplares de *Eugenia trikii* (escobeta) y *Acacia gaumeri* (catzin); y un mínimo registrado de 5 cm perteneciente a ejemplares de diversas especies. La altura promedio es de 6.35 m; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 9 m para ejemplares de *Platymiscium yucatanum* (granadillo) y *Eugenia trikii* (escobeta); y un mínimo de 3 m para ejemplares de *Myrcianthes fragrans* (guayabillo) y *Pithecellobium stevensonii* (choche).
- Estrato herbáceo o sotobosque. - Se encuentra conformado por plantas herbáceas y plántulas producto de la regeneración natural del ecosistema. La altura promedio del estrato es de 29.82 cm; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 1.4 m para un individuo de *Petiveria alliacea* (Páay che'), y un mínimo registrado de 1 cm para un ejemplar de *Randia longiloba* (cruceta) y *Myrcianthes fragrans* (guayabillo). La cobertura promedio de la vegetación en el sotobosque es de 20.01 cm, con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 95 cm para un ejemplar de *Bromelia plumieri* (piñuela); y un mínimo registrado de 1 cm para ejemplares de *Randia longiloba* (cruceta) y *Myrcianthes fragrans* (guayabillo).

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

4. Composición de la vegetación.

A continuación, se presenta un listado de las especies presentes dentro de la superficie muestreada; sin embargo, cabe aclarar que el inventario forestal realizado en los sitios de muestreo, fue complementado con observaciones directas en campo para enriquecer el número de especies presentes.

4.1. A nivel del ecosistema.

De acuerdo con el inventario forestal realizado, se obtuvo el registro de 49 especies vegetales, distribuidas en 25 familias, donde la más importante fue la familia Fabaceae con un total de 11 registros; seguida de la familia Sapotaceae con 4 registros; y finalmente las familias Euphorbiaceae, Polygonaceae y Rubiaceae con 3 registros cada una; el resto de las familias se encuentra representada por 2 o menos especies. En la siguiente tabla se presenta el condensado de especies registradas en parte del ecosistema.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Jobillo
Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen
Annonaceae	Malmea depressa	Elemuy
Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Akitz
Araliaceae	Dendropanax arboreus	Chechen
Arecaceae	Sabal yapa	Huano
Boraginaceae	Cordia alliodora	Bojon
Boraginaceae	Cordia dodecandra	Siricote
Bromeliaceae	Bromelia plumieri	Piñuela
Burseraceae	Bursera simruba	Chaca
Ebenaceae	Diospyros cuneata	Silil
Euphorbiaceae	Croton glabellus	Cascarillo
Euphorbiaceae	Croton reflexifolius	Perez-cutz
Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaite

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE
Fabaceae	Acacia dolichostachya	Tzalam verde
Fabaceae	Acacia gaumeri	Catzin
Fabaceae	Bauhinia divaricata	Pata de venado
Fabaceae	Diphysa carthagenensis	Ruda
Fabaceae	Gliricidia sepium	Madre cacao
Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	Kanasin
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tzalam
Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabin
Fabaceae	Pithecellobium	Choche

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Fabaceae	Platymiscium yucatanum	Granadillo
Fabaceae	Swartzia cubensis	Katalox
Flacourtiaceae	Laetia thamnina	Huilote
Malpighiaceae	Malpighia glabra	Guayacte
Malvaceae	Hampea trilobata	Mahahua
Moraceae	Ficus cotinifolia	Copo
Myrsinaceae	Ardisia escallonioides	Plomoche
Myrtaceae	Eugenia trikii	Escobeta
Myrtaceae	Myrcianthes fragrans	Guayabillo
Phytolaccaceae	Petiveria alliacea	Páay che'
Polygonaceae	Coccoloba barbadensis	Boob
Polygonaceae	Coccoloba spicata	Sac Boob
Polygonaceae	Gymnopodium	Tsitsilche
Rubiaceae	Guettarda combsii	Tastab
Rubiaceae	Psychotria nervosa	Café de Monte
Rubiaceae	Randia longiloba	Cruceta
Rutaceae	Amyris sylvatica	Palo de Gas
Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	Naranjillo
Sapindaceae	Talisia olivaeformis	Huaya de
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Kanchunup
Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote
Sapotaceae	Pouteria campechiana	K'aniste
Sapotaceae	Pouteria unilocularis	Zapotillo
Sapotaceae	Sideroxylon salicifolium	Zapote faisán
Smilacaceae	Smilax mollis	Uña de gato
Verbenaceae	Vitex gaumeri	Ya'ax nik

4.2. A nivel del estrato arbóreo.

De acuerdo con el inventario forestal realizado a nivel de este estrato, se obtuvo el registro de 36 especies vegetales, distribuidas en 17 familias, donde la más importante fue la familia Fabaceae con un total de 10 registros; seguida de las familias Polygonaceae y Sapotaceae con 3 registros cada una; el resto de las familias se encuentra representada por 2 o menos especies. En la siguiente tabla se presenta el condensado de especies registradas en el estrato arbóreo.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Jobillo
Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen
Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Akitz
Arecaceae	Sabal yapa	Huano
Boraginaceae	Cordia alliodora	Bojon
Boraginaceae	Cordia dodecandra	Siricote
Burseraceae	Bursera simruba	Chaca
Ebenaceae	Diospyros cuneata	Silil
Euphorbiaceae	Croton glabellus	Cascarillo
Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaite
Fabaceae	Acacia dolichostachya	Tzalam verde
Fabaceae	Acacia gaumeri	Catzin
Fabaceae	Diphysa carthagenensis	Ruda
Fabaceae	Gliricidia sepium	Madre cacao
Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	Kanasin
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tzalam
Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabin
Fabaceae	Pithecellobium stevensonii	Choche
Fabaceae	Platymiscium yucatanum	Granadillo
Fabaceae	Swartzia cubensis	Katalox
Malpighiaceae	Malpighia glabra	Guayacte
Moraceae	Ficus cotinifolia	Copo
Myrtaceae	Eugenia trikii	Escobeta
Myrtaceae	Myrcianthes fragrans	Guayabillo
Polygonaceae	Coccoloba barbadensis	Boob
Polygonaceae	Coccoloba spicata	Sac Boob
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Tsitsilche
Rubiaceae	Guettarda combsii	Tastab
Rubiaceae	Randia longiloba	Cruceta
Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	Naranjillo
Sapindaceae	Talisia olivaeformis	Huaya de monte
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Kanchunup
Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote
Sapotaceae	Pouteria campechiana	K'aniste
Sapotaceae	Sideroxylon salicifolium	Zapote faisán
Verbenaceae	Vitex gaumeri	Ya'ax nik

4.3. A nivel del estrato arbustivo.

De acuerdo con el inventario forestal realizado a nivel de este estrato, se obtuvo el registro de 30 especies vegetales, distribuidas en 17 familias, donde la más importante fue la familia Fabaceae con un total de 8 registros; y la Polygonaceae con 3 registros; el resto de las

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

familias se encuentra representada por 2 o menos especies. En la siguiente tabla se presenta el condensado de especies registradas en el estrato arbustivo.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen
Annonaceae	Malmea depressa	Elemuy
Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Akitz
Araliaceae	Dendropanax arboreus	Chechen blanco
Boraginaceae	Cordia alliodora	Bojon
Boraginaceae	Cordia dodecandra	Siricote
Burseraceae	Bursera simruba	Chaca
Ebenaceae	Diospyros cuneata	Silil
Euphorbiaceae	Croton glabellus	Cascarillo
Euphorbiaceae	Croton reflexifolius	Perez-cutz
Fabaceae	Acacia dolichostachya	Tzalam verde
Fabaceae	Acacia gaumeri	Catzin
Fabaceae	Diphysa carthagenensis	Ruda
Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	Kanasin
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tzalam
Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabin
Fabaceae	Pithecellobium stevensonii	Choche
Fabaceae	Platymiscium yucatanum	Granadillo
Malvaceae	Hampea trilobata	Mahahua
Moraceae	Ficus cotinifolia	Copo
Myrtaceae	Eugenia trikii	Escobeta
Myrtaceae	Myrcianthes fragrans	Guayabillo
Phytolaccaceae	Petiveria alliacea	Páay che'
Polygonaceae	Coccoloba barbadensis	Boob
Polygonaceae	Coccoloba spicata	Sac Boob
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Tsitsilche
Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	Naranjillo
Sapindaceae	Talisia olivaeformis	Huaya de monte
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Kanchunup
Sapotaceae	Pouteria unilocularis	Zapotillo

4.4. A nivel del estrato herbáceo.

De acuerdo con el inventario forestal realizado a nivel de este estrato, se obtuvo el registro de 25 especies vegetales distribuidas en 17 familias, donde las más importantes fueron las familias Fabaceae y Polygonaceae con 3 registros cada una; el resto de las familias se

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

encuentra representada por 2 o menos especies. En la siguiente tabla se presenta el condensado de especies registradas en el estrato herbáceo.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Annonaceae	Malmea depressa	Elemuy
Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Akitz
Arecaceae	Sabal yapa	Huano
Bromeliaceae	Bromelia plumieri	Piñuela
Ebenaceae	Diospyros cuneata	Silil
Euphorbiaceae	Croton glabellus	Cascarillo
Fabaceae	Bauhinia divaricata	Pata de venado
Fabaceae	Piscidia piscipula	Jabin
Fabaceae	Swartzia cubensis	Katalox
Flacourtiaceae	Laetia thamnina	Huilote
Myrsinaceae	Ardisia escallonioides	Plomoche
Myrtaceae	Eugenia trikkii	Escobeta
Myrtaceae	Myrcianthes fragrans	Guayabillo
Phytolaccaceae	Petiveria alliacea	Páay che'
Polygonaceae	Coccoloba barbadensis	Boob
Polygonaceae	Coccoloba spicata	Sac Boob
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Tsitsilche
Rubiaceae	Psychotria nervosa	Café de Monte
Rubiaceae	Randia longiloba	Cruceta
Rutaceae	Amyris sylvatica	Palo de Gas
Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	Naranjillo
Sapindaceae	Talisia olivaeformis	Huaya de monte
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Kanchunup
Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote
Smilacaceae	Smilax mollis	Uña de gato

5. Epífitas vasculares presentes en la superficie de aprovechamiento.

Este grupo está conformado por organismos cuyo ciclo de vida se desarrolla íntegramente sobre o dentro de los tejidos muertos exteriores de otras plantas, sin obtener agua o nutrientes de tejidos vivos. Las epífitas son un elemento importante de la diversidad de los ecosistemas y esenciales en la estructura y dinámica de la fauna asociada.

Metodología del inventario: Para el estudio de este grupo florístico se utilizaron los 7 sitios de muestreo establecidos dentro del polígono (usado para el inventario forestal), de tal manera que durante el levantamiento de los datos en campo, se realizó una revisión exhaustiva de cada individuo inventariado a nivel de los estratos arbóreo y arbustivo, a fin de determinar la existencia de epífitas vasculares, y posteriormente registrar la especie y el

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

número de individuos por especie identificados. Los grupos de epífitas estudiados fueron Bromeliaceae, Orchidaceae y otras epífitas (incluidas Loranthaceae, Cactaceae, Araceae y otras especies más conspicuas).

De acuerdo con esta metodología, se muestreó un total de 347 árboles adultos (estrato arbóreo) y 137 árboles jóvenes (estrato arbustivo), pudiendo obtener los siguientes resultados.

Resultados del inventario (composición de especies): De acuerdo con la metodología aplicada durante el inventario de epífitas vasculares, se pudo constatar la existencia de 2 especies, como se indica en la siguiente tabla:

EPÍFITAS VASCULARES			
REG	FAMILI	ESPECIE	NOMBRE
1	Aracea	Anthurium	Bobtún
2	Orquid	Myrmecophila	Homikin

6. Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Del total de especies registradas en la vegetación que se desarrolla al interior del predio, sólo se identificaron dos especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana en comento, a saber, *Thrinax radiata* (chit) y *Astronium graveolens* (jobillo), especies incluidas en la categoría de amenazadas. Es importante mencionar que de estas especies sólo *Astronium graveolens* (jobillo) fue registrada en los sitios de muestreo durante el inventario forestal. En el caso de *Thrinax radiata* (chit) esta fue registrada mediante avistamientos directos en campo.

En el siguiente cuadro se indica la superficie que será afectada y el tipo de vegetación:

Comunidad Vegetal	Superficie en m²	Porcentaje que representa con respecto al total del predio.
Área sin vegetación.	31,556.179	45.19

Estado de conservación y/o alteración de los ecosistemas involucrados.

Para definir la calidad ambiental de los ecosistemas presentes, usaremos a la vegetación como el **indicador ambiental** más adecuado, ya que se constituye como un buen parámetro con variables que nos señala cualitativamente y cuantitativamente el estado de perturbación y/o conservación de un ecosistema.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Calidad Ambiental	Muy Buena.	Buena.	Moderada	Mala	Muy Mala.
Rango.	1,0 0,9	0,8 0,7	0,4 0,3	0,2 0	0,1
Características.	a) Áreas donde las características originales de la vegetación no han sido alteradas en su distribución y abundancia. b) El sistema posee una reproducción propia. c) Ausencia completa de especies indicadoras de perturbación.	a) Áreas donde las características originales de la vegetación predominan en su distribución y abundancia. b) El sistema posee una reproducción propia. c) Se perciben algunos individuos indicadores de perturbación pero las especies originales dominan.	a) Áreas donde las características originales de la vegetación han sido modificadas por causas antropogénicas en su distribución y abundancia. b) El sistema puede ser subsidiado mediante procesos de reforestación y recuperarse. c) El sistema presenta organismos primarios jóvenes de talla baja, y secundarios en la misma proporción.	a) Áreas donde las características originales de la vegetación han sido alteradas por causas antropogénicas en su distribución y abundancia. b) El sistema está muy deteriorado y recuperarlo llevara mayor tiempo mediante estrategias de recuperación del hábitat. c) El sistema presenta organismos secundarios dominantes, y algunos elementos primarios	a) Áreas donde las características originales de la vegetación han sido alteradas por causas antropogénicas en su distribución y abundancia b) El sistema presenta una ausencia total de individuos originales. c) Etapa sucesional primaria donde predominan las especies pioneras como las gramíneas

Con base en lo anterior podemos determinar que en el **SA** se observa una calidad ambiental conforme a lo siguiente:

Área de Proyecto (AP).

Calidad.

Muy Mala, la vegetación original ha sido totalmente modificada por el desarrollo de actividades antropogénicas, la ausencia de vegetación es total.

Sitio de Refugio, alimentación o reproducción de fauna.

Sus condiciones ambientales no lo hacen un sitio apto alimentación, refugio, caza o reproducción.

Componentes bióticos relevantes.

El suelo es el único componente abiótico que tiene relevancia ambiental, no obstante, ya ha sufrido un proceso de erosión y removida de parte de su capa orgánica por la periódica intervención del hombre.

Lo anterior lo convierte en un ecosistema de baja importancia ecológica y ambiental para el **SA** delimitado

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Área de Influencia (AI).

Calidad.

Muy Mala, la vegetación original ha sido totalmente modificada por el desarrollo de actividades antropogénicas, se tiene la presencia de algunos individuos de especies representativas de la selva mediana subperennifolia, que son utilizados a manera de cerco vivo.

Sitio de Refugio, alimentación o reproducción de fauna.

Sus condiciones ambientales no lo hacen un sitio apto para refugio, caza, refugio o reproducción, de especies de tallas grandes, puede ser un sitio de descanso de paso para ciertas aves o un sitio de refugio para roedores y reptiles de talla menor.

Componentes bióticos relevantes.

El suelo es el único componente abiótico que tiene relevancia ambiental, no obstante, ya ha sufrido un proceso de erosión y removida de parte de su capa orgánica por la periódica intervención del hombre para el desarrollo de algún proyecto.

Si bien presta ciertos servicios como hábitat para especies de talla menor, este tipo de hábitat tiene una amplia distribución dentro del SA, por lo que su pérdida para la fauna asociada no tendrá repercusión significativa, ya que se trasladaran a áreas contiguas en donde no se lleven a cabo obras y/o actividades antropogénicas.

Lo anterior lo convierte en un ecosistema de baja importancia ecológica y ambiental para el **SA** delimitado.

Sistema Ambiental (SA).

Calidad.

La calidad es moderada y en las zonas más alejadas es buena, las características originales de la vegetación han sufrido fuertes cambios por el desarrollo de actividades antropogénicas y la deforestación, no obstante se observan áreas en donde se tiene la presencia de estrato arbóreo y forestales, también existen sitios en buenas condiciones en donde, posee una reproducción propia, existen especies indicadoras de perturbación pero son pocas, la riqueza biótica es muy alta y son sitios de caza, reproducción, alimentación, de tránsito (corredores naturales), refugio.

Sitio de Refugio, alimentación o reproducción de fauna.

Las áreas fuertemente perturbadas no son aptas para refugio, anidación, son áreas de paso a lugares mejor conservados,

Las áreas mejor conservadas son un sitio apto para refugio, caza, refugio o reproducción, de especies de tallas grandes.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Componentes bióticos relevantes.

Es un ecosistema con una alta riqueza biótica en flora y fauna, los servicios ambientales que prestan son captura de carbono, ciclo hidrológico, protección de suelos; son zonas de caza, alimentación, reproducción, corredores biológicos, retienen suelos; las características originales de la vegetación predominan en su distribución y abundancia, posee una reproducción propia, existen especies indicadoras de perturbación pero son pocas, la riqueza biótica es muy alta y son sitios de caza, reproducción, alimentación, de tránsito (corredores naturales), refugio.

No es un ecosistema frágil, si presenta grandes extensiones homogéneas, pero tiende a presentar fragilidad en la medida que se pierden áreas de este tipo de ecosistema para usos distintos a los forestales. La capacidad de recuperación es igualmente alta en áreas muy bien conservadas, un estudio de los efectos del huracán Dean² en este tipo de ecosistema, señala que el huracán dañó y produjo una defoliación del 90 al 100 % del follaje de este ecosistema, y un mes más tarde la foliación fluctuaba entre un 70 y 80 %, lo que indica su rápida recuperación, por otra parte se ha hecho estudios en donde áreas que han sido deforestadas para su aprovechamiento, en un periodo de 6 años crean microhabitats que representan una fuente importante de plántulas e individuos juveniles³, lo que nos indica que en un periodo corto en ecosistema deforestado puede tener condiciones regenerarse y pasar las etapas sucesionales para llegar a la madurez.

Se distribuye en Quintana Roo y Campeche, en la vertiente del golfo, en Chiapas, a lo largo de la costa sur del pacífico y probablemente en el norte de Oaxaca. Existe también en partes de la sierra madre occidental, en Jalisco, Nayarit y Guerrero. Este es quizá el tipo de vegetación más extendido en la zona cálido-húmeda de México.⁴

Conclusiones.

El sistema ambiental se ubica en una región en la cual se presenta una problemática asociada a la modificación del entorno por perturbación por crecimiento de la zona turística y suburbana con la consecuente pérdida de cobertura vegetal. En particular, dentro del **SA** al cual pertenece el predio del proyecto, se ha identificado un proceso de fragmentación y pérdida de ecosistemas, lo cual ha ocasionado la desaparición paulatina de la vegetación original dando lugar a grandes extensiones con poca riqueza biótica.

El proceso de pérdida de cobertura vegetal e incipiente erosión es una afectación ambiental permanente y acumulativa originada por las actividades antropogénicas que actualmente se desarrollan en la región que, si bien individualmente son de baja magnitud, en conjunto están induciendo alteraciones en los ecosistemas. Es importante resaltar que las afectaciones son

² EFECTOS DEL IMPACTO DEL HURACÁN DEAN EN LA VEGETACIÓN DEL SURESTE DE QUINTANA ROO, MÉXICO.
Islebe, Gerald A.; Torrescano-Valle, Nuria; Valdez-Hernández, Mirna; Tuz-Novelo, Margarito; Weissenberger, Holger.
Universidad Veracruzana.

³ Acta Botánica Mexicana; Instituto de Ecología A.C.; Pedro Antonio Mendoza/Edmundo Garcia/Juan Rogelio Aguirre

⁴ CONAFOR. - http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=7

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

resultado del desarrollo de las actividades humanas que ocurren y que no consideran el mantenimiento y conservación de los ecosistemas, lo que ha generado un impacto ambiental acumulativo.

Asentamientos Humanos.

Considerando el radio mas amplio de afectación por algún riesgo, en este caso un BLEVE, los radios de afectación para radiación térmica, como para sobrepresión, arrojen radios bastantes considerables, y por ende la infraestructura que se pudiese ver afectada, de esta forma tenemos que el radio de alto riesgo para radiación térmica es de 666.19 m, lo que significa que la radiación térmica solamente afectara a las instalaciones de la planta y al ecosistema que esta a su alrededor, las cuales estarían recibiendo una radiación térmica de 5 Kw/m^2 , la infraestructura que las integra no sufriría consecuencias graves, toda vez que los efectos están considerados para el ser humano de manera que este nivel de radiación no afectaría la integridad mecánica de la infraestructura que fuese alcanzada por ella; si bien es cierto que el nivel de radiación puede generar consecuencias graves para el ser humano, estas se verían limitadas por el tiempo de exposición, ya que la radiación térmica dura 15.4 s., lo que significa que es muy breve y no se tendrían consecuencias graves sobre el ser humano; toda vez que de acuerdo a la tabla citada de daños por la radiación presente en el Estudio, tenemos que a este nivel de radiación térmica, si se está expuesto 13 segundos las personas empezaran a sentir dolor que prácticamente sería lo más perceptible, en algunos casos podrían presentarse quemaduras de primer grado en la piel desunda ya que la radiación térmica dura 15.4 s., no podría causar quemaduras de segundo grado, porque no llegaría a los 40 s. necesarios para generarlas

En lo que respecta al radio de amortiguamiento de la radiación térmica y de amortiguamiento, las consecuencias sobre el ser humano y sobre su estructura no serían graves, toda vez que son áreas en donde las afectaciones son tolerables tanto para el ser humano como para distintos materiales.

Capítulo III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

SISTEMA DE TRASIEGO Y CONDICIONES SEGURAS EN LA OPERACIÓN DE RECEPCION Y SUMINISTRO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GLP:

A. SISTEMA DE RECEPCION DE GAS L.P. MEDIANTE TRANSPORTE-TANQUE:

El sistema de trasegar el gas L.P. desde un transporte-tanque o semi-remolque, hasta los 6 recipientes del Sistema de Almacenamiento de GLP instalados en la planta de Suministro, para lograr esta operación consiste en utilizar una bomba, una compresora o ambas. Antes de iniciar la descarga se debe cumplir con lo siguiente:

- a) Conocer el tipo de Gas L.P. que contiene el transporte-tanque o semi-remolque.
- b) Obtener el porcentaje de llenado observado: presión y temperatura.
- c) Conocer el volumen de Gas que se va a recibir.
- d) Verificar si el recipiente no transportable para almacenamiento cuenta con espacio suficiente.

Al autorizar la Recepción del GLP el transporte-tanque o semi-remolque deberá colocarse en el sitio indicado para efectuar la maniobra, después se seguirán las operaciones de rutina, descritas en el rotulo de maniobras correspondiente:

Se apagará el motor, las luces, el radio y todos los accesorios que trabajen con corriente eléctrica, se recogen las llaves del vehículo, guardándolas la persona encargada de realizar el Gas L.P., la que deberá permanecer supervisando el trasiego, durante todo el tiempo que dure éste; se colocarán cuñas metálicas en las llantas para evitar su movimiento y las banderolas alusivas a la operación que se está realizando, se conectará el transporte eléctricamente a tierra y además se adoptarán las medidas de seguridad que se requieran.

A continuación, se conectan las mangueras, uniendo las tomas de recepción del tanque de almacenamiento de la planta con las tomas del semi-remolque o transporte-tanque, se abre la válvula de globo para líquido del transporte, cuidando de que no haya fugas en la conexión; luego, se abre la válvula de globo para vapor del transporte-tanque, purgándose el líquido que normalmente se acumula en la vena de éste.

Una vez que el transporte-tanque está listo, la recepción del Gas L.P., se puede efectuar utilizando un compresor o una bomba, existen razones muy definidas para utilizar uno u otro. Las bombas son usadas cuando es necesario que el Gas L.P. tenga una alta presión diferencial, para superar las pérdidas de presión causadas en su conducción como es el llenado de recipientes transportables y en especial a través de medidores. Estas únicamente trasiegan Gas en estado líquido, de aquí que un volumen de Gas en estado de vapor queda sin descargar.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Las compresoras manejan Gas vapor, por lo que la conducción de líquido en la tubería no se realiza a altas presiones diferenciales y tiene la propiedad de poder recuperar los vapores del tanque que se está descargando, siendo más apropiado utilizar la compresora en la descarga de un transporte-tanque o semiremolque.

El Isométrico de Flujo, ilustra las operaciones, se identifica con color blanco la tubería que conduce gas líquido y en amarillo la que conduce gas en estado de vapor. Contenidos todos en el código de colores existente en el sistema de almacenamiento de GLP.

Se deja libre paso del líquido desde el transporte-tanque al recipiente no transportable de almacenamiento; lo mismo hace con la línea de vapor, teniendo el sistema conectado se pone a funcionar la compresora la cual inyectará gas vapor al semi-remolque, creando una presión diferencial entre ambos recipientes, estableciéndose un flujo de líquido de éste hacia el tanque fijo.

Al quedar establecida la corriente de líquido se debe continuar verificando que la operación de descarga siga efectuándose en forma satisfactoria. La vigilancia constante permitirá hacer frente oportunamente a cualquier circunstancia inesperada, lo que aumentará la seguridad general de la operación. Vigilando también los niveles del tanque de almacenamiento, así como el nivel del GLP en el transporte-tanque, para evitar sobrellenados en los tanques de almacenamiento.

Cuando el transporte-tanque está vacío, se procede a la recuperación de vapores. Esta maniobra se lleva a cabo, accionando la válvula de cuatro vías de la compresora, cambiando a la posición inversa, que se tiene cuando se está descargando, de tal forma que succione la presión del transporte-tanque y que la inyecte al recipiente no transportable de almacenamiento en que se realiza la recepción, entrando por la zona de líquido; al entrar el gas-vapor se producirá un burbujeo, recondensándose y pasando al estado líquido, lográndose con esto no incrementar mucho la presión dentro del recipiente no transportable.

Cuando se haya terminado la recepción del Gas L.P., totalmente el transporte-tanque, se deberán cerrar todas las válvulas del sistema involucrado (ver Plano operativo o Memoria Técnica de la planta isométrico de flujo); se desconectará el transporte-tanque o semiremolque, tanto las mangueras para Gas L.P., como la conexión eléctrica a tierra, se retirarán las cuñas de las llantas y los letreros de protección, quedando el transporte listo para ser retirado.

B. OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRASIEGO, CONDICIONES SEGURAS Y DIAGRAMAS DE FLUJO:

En el sistema de Almacenamiento de GLP se ejerce un control preponderante durante el almacenamiento y operaciones de trasiego; para ello se deben seguir las instrucciones indicadas para cada operación y el personal encargado de estas labores debe tener el adiestramiento específico y conocer ampliamente todas las instalaciones.

La Recepción de Gas L.P. mediante transportes-tanque y el suministro a transportes-tanque son maniobras que revisten mayor importancia porque: implican el acoplamiento de dos sistemas, uno

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

de almacenamiento, otro de transporte, inicialmente herméticos, uno de los cuales es móvil; su unión se hace por medio de mangueras, que son los elementos menos resistentes del sistema de trasiego.

Estos sistemas, implican ineludiblemente, la ruptura de la hermeticidad de ambos para poder llevar a cabo la operación y estas son las únicas que pueden dar lugar al sobrellenado de los recipientes de los vehículos o de los recipientes no transportables de almacenamiento, según sea el caso. Implican, también necesariamente, el derrame de una cierta cantidad de Gas L.P. al ambiente, por fuga en desconexión de mangueras.

Por lo tanto, es muy importante evitar el sobrellenado eso es mantener el nivel del líquido dentro de los llamados máximos permitidos ya que la forma más efectiva de ejercer control sobre el Gas L.P. reside principalmente en la vigilancia de la presión existente en el recipiente no transportable de almacenamiento y la presión mayor que puede presentarse por un sobrellenado.

III.1 RECOMENDACIONES TECNICO OPERATIVAS.

Recomendaciones de acción inmediata para las Hipótesis cuyo tipo de riesgo fue caracterizado como del Tipo A-Riesgo intolerable y Tipo B-Riesgo indeseable, dentro de la Matriz de Riesgos.

En función de los escenarios contemplados se emiten para las Hipótesis cuyo tipo de riesgo fue caracterizado como del Tipo A-Riesgo intolerable y Tipo B-Riesgo indeseable, las siguientes recomendaciones, cuyo objeto es de disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos contemplados.

Hipótesis 1: Fuga de Gas.	
Caso menos catastrófico, pero más probable. Fugas en el tanque de almacenamiento de 93,000. Lt. o de 4,930 Lt. en cualquier parte del cuerpo. en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF).	
Recomendaciones:	
1.	Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.
2.	Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de gas L.P. de la instalación.
3.	Instalación de equipos anti chispa.
4.	Instalación de detectores de gas L.P. Efectividad del Sistema de tierras
5.	Instalación de indicadores de presión en isleta de recepción de gas.
6.	Inspección periódica de los dispositivos de seguridad válvulas de relevo, de corte, automáticas, check, de doble no retroceso, hidrostáticas, de exceso de flujo.
7.	Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.
8.	Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores.
9.	Instalación de detectores de gas L.P.
10.	Verificar el funcionamiento de paró automático de la planta.
11.	Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas
12.	Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.
13.	Inspección preventiva de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro de gas L.P. de la instalación.
14.	Instalación de indicadores de presión.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Hipótesis No. 2: BLEVE (Incendio, explosión y Nube Tóxica.)

Descripción.

Caso Más Catastrófico, pero menos probable.

El tanque de almacenamiento es sometido a un calentamiento, el Gas L.P. se calienta y vaporiza aumentando la presión interior, se presenta fatiga de materiales y se supera el límite de cedencia de los materiales, derivando en una explosión y ruptura del tanque (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.

Recomendaciones:

1. Instalación de indicadores de presión.
2. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico del tanque.
3. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas.
4. Supervisar el procedimiento de llenado de tanques, a fin de garantizar que ninguno de ellos sea llenado al 90 % de capacidad.
5. EL sistema de enfriamiento debiera sobrestimarse en un 20% a fin de que en caso de incendio enfrié lo suficiente el gas.
6. Instalar detectores de gas.
7. Capacitación continua al personal que integra el comité de emergencias y comunicación con protección civil de la región.
8. Cumplir con programa de simulacros.

Mejoramiento de la instalación.

De los resultados obtenidos durante esta etapa del análisis de riesgo, se han detectado que la instalación presenta áreas en las cuales se pueden incorporar mejoras, que pueden ser acciones sencillas como la supervisión de las ordenes de trabajo o procedimientos, capacitación de los trabajadores o también la incorporación de elementos de seguridad o control (válvulas, sistemas de control) que sean paso necesario para que la siguiente acción se realice, la inserción de estas acciones o mecanismos dentro de los procedimientos o la instalación permitirán reducir la probabilidad ocurrencia de los eventos que han sido clasificados como **A y B** (riesgo intolerable e indeseable, respectivamente).

III.1.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

La ejecución de actividades de almacenamiento se seguirá de acuerdo a un conjunto de procedimientos operativos previamente establecidos, encaminados a la prevención de accidentes y promoción de un desarrollo seguro de labores.

Las condiciones de operación y seguridad de las instalaciones estarán sujetas a evaluación para el cumplimiento estricto de las especificaciones marcadas en la normatividad técnica vigente. Lo anterior se realizará por medio de visitas anuales de inspección y verificación que realiza la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía, conforme lo establecido en el Artículo 90, Párrafo segundo del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo.

A partir de la puesta en marcha de la instalación, la empresa deberá asegurarse de mantener los riesgos a valores mínimos, tomando en consideración lo expuesto aquí y vigilando el estricto apego a la normatividad vigente en la materia.

En el Almacenamiento de Gas L.P. se tendrán instalados equipos, dispositivos y sistemas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios en caso de que se suciten.

El sistema contra incendio, que será objeto de inspección y mantenimiento de forma constante, se considera el aspecto medular en el sistema de seguridad de la instalación y su diseño se apega a lo establecido por la NOM-001-SEHS-2014 Diseño, construcción, seguridad, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de gas licuado de petróleo mediante planta de depósito o planta de suministro que se encuentran directamente vinculados a los sistemas de transporte o distribución por ducto de gas licuado de petróleo, o que forman parte integral de las terminales terrestres o marítimas de importación de dicho producto.

1. SISTEMAS CONTRA INCENDIO:

La planta de distribución de Gas L.P., como medida de seguridad y prevenir alguna contingencia, tiene instalados extintores, un sistema de enfriamiento por aspersion de agua sobre el recipiente de almacenamiento y un sistema de hidrantes.

- a) Los extinguidores son tipo ABC de polvo químico seco con capacidad de 9 kgs. En el tablero eléctrico y equipo de bombeo son de CO2 de 9 kgs., y 4.5 de capacidad respectivamente, instalados a una altura máxima de 1.50 mts., del piso. Estos están visibles y de fácil acceso.
- b) Además, se tiene 1 (un) extintor tipo carretilla con capacidad de 70 kgs. de polvo químico seco ABC y se localizan en área de almacenamiento.
- c) A la entrada de la planta se tiene instalado un anaquel con matachispas, que son colocados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

DISTRIBUCION DE EXTINTORES.

UBICACION	f UNIDAD DE RIESGO	NO. EXTINTOR 9 KG ABC	NO. EXTINTOR CARRETILLA 70, 60 o 50 KG. ABC	DE NO. EXTINTOR 9 y 4.5 KG CO ₂
Tomas de recepción	0.3	1 por cada toma 2		
Tomas de carburación de autoconsumo	0.3	1 por cada toma 1		
Tomas de suministro	0.3	1 por cada toma 1		
Muelle de llenado para recipientes transportables	0.3	1 por cada 5 llenaderas 2		
Sistema de sellado (f/c)	0.3	n/a		
Zona de almacenamiento	0.3	1 por cada recipiente 1	1 de 70 kg.	
Bombas y compresores para Gas L.P.	0.3	1 por cada equipo 3		
Sistema de vaciado de Gas L.P.	0.3	1		
Bombas para agua contra incendio	0.2	cuarto de bombas 1		Bombas vs incendio 1 de 4.5 kg.
Generador de energía eléctrica	0.2	N/A		
Talleres	0.2	2		
Oficina, Baños y Almacén	0.2	2 oficina 1 baños 1 almacén		
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	0.2	1 por cada 10 cajones 1		
Est. de vehículos utilitarios y de personal de la planta	0.2	1 por cada 15 cajones N/A		
Caseta de vigilancia	0.2	N/A		
Cuarto Eléctrico	0.2			1 de 9 kg.

2. SISTEMA DE PROTECCION POR MEDIO DE AGUA:

Con el objeto de obtener mayor seguridad en la protección de las zonas de almacenamiento, trasiego y estacionamientos de los vehículos de reparto y auto-tanques; el análisis de las condiciones de la instalación están calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001-SESH-2014, vigente, como se describe a continuación a detalle: la operación es manual: tanto el sistema de protección por medio de Enfriamiento por Aspersión de agua, como el sistema de hidrantes los cuales cubren un 100% todas las áreas de riesgo y consta de lo siguiente:

A. CISTERNA PARA AGUA. - Esta alimenta exclusivamente a los sistemas de agua contra incendio y su capacidad resulta de sumar 21,000 litros a la requerida de acuerdo al siguiente cálculo hidráulico para la operación del sistema durante 30 minutos, de acuerdo al numeral correspondiente de la NOM-001-SESH-2014.

El área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersión se calcula aplicando la siguiente:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Capacidad mínima:

$$S_m = \frac{3.1416 \times D \times L_t \times 0.90}{2} = \frac{3.1416 \times 2.675 \times 17.882 \times 0.90}{2} = 67.62 \text{ m}^2$$

Donde:

S_m = Superficie mínima a cubrir con aspersión directa (m^2)

D = Diámetro exterior del recipiente (m)

L_t = Longitud total del tanque (incluyendo las tapas) (m)

Densidad para agua de enfriamiento = 10 lts./min/ m^2

$S_m \times \text{Densidad} = 676.24 \text{ LPM.}$

Se considera solamente el gasto de 2 hidrantes cuyo gasto es de 300 LPM.

Sistema Hidrantes = 600.00 L.P.M.

Gasto Total = 1,276.24 LPM. Durante una operación de 30 minutos

$1,276.24 \text{ LPM} \times 30 \text{ min.} = 38,287.20 \text{ lts.}$

Gasto total durante 30 min = 38,287.00 lts.

Más 21,000.00 lts de acuerdo a norma = 59,287.20 LTS

La capacidad de la cisterna es:

Cap. = 62,475.00 lts.

B. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA, mediante aspersores que rocían directamente el 90% de la superficie por encima del ecuador de los recipientes de almacenamiento.

Dicha cobertura se estableció, cuidando que los círculos proyectados por el agua de las boquillas de aspersión sobre el recipiente de almacenamiento se tocan cuando menos en un punto.

Datos: Boquilla Rociadora:

Conexión	Rosca exterior
Orificio	¼"
Entrada	½"
Presión de Trabajo	3.5 kg/cm ²
Capacidad	45.0 L.P.M. A 3.5 kg/cm ²
Factor K	1.68

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Por lo tanto:

$$Q = K / P = 1.68 / 50 = 11.88 \text{ G.P.M.}$$

$$Q = 11.88 \text{ G.P.M.} = 45 \text{ L.P.M.}$$

$$\text{No. de Boquillas por Anillo} = \frac{676.24 \text{ L.P.M.}}{45 \text{ L.P.M.}} = 15.02 = 16$$

$$\text{Longitud del cuerpo del tanque} = 17.88 \frac{- 2.675}{1.5} = \frac{15.205}{1.5} = 10.13$$

Utilizando 10 aspersores de cada lado del tanque, tenemos que la separación entre aspersores es de:

$$\frac{15.205}{10} = 1.52 \text{ mts.}$$

Por construcción usaremos 24 aspersores

En el cuerpo del tanque = 20 aspersores

En casquetes del tanque = 4 aspersores

C. VÁLVULAS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA:

La operación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectúa por manipulación manual, por lo cual se cuenta con:

- a) Un control de arranque del sistema de bombeo.
- b) Para operar la válvula a la apertura se tiene indicado mediante flechas pintadas el sentido del giro para operar la válvula a la apertura.
- c) Las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se tienen colocadas fuera de la zona de almacenamiento y trasiegos del Gas L.P.

El sistema de enfriamiento por aspersión está calculado para proteger dos recipientes de almacenamiento simultáneamente, Por lo tanto, en caso de que aumentara un recipiente a futuro, se tendría que instalar una válvula de bloqueo por cada recipiente los cuales contarían con el número de aspersores descritos en el cálculo del proyecto descrito anteriormente.

D. EL SISTEMA DE HIDRANTES, Este sistema cuenta con: gabinete protector debidamente identificado, una manguera de 30 metros de largo y 38 mm (1.5”) de diámetro, equipadas con boquilla reguladora que permite surtir neblina considerando el gasto de 3 hidrantes siendo de 300 LPM., cada uno.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Este sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.

Se considera el gasto de 2 hidrantes cuyo gasto es de 300 LPM.

3. CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO:

El equipo de bombeo contra incendio está compuesto por una bomba principal con motor eléctrico y de respaldo con motor de combustión interna a diésel; su caculo considera un gasto de aspersores de 676.24 L.P.M; y una red de 2 hidrantes con un gasto de 600.00 L.P.M. ambos con una presión de 3.50 kg/cm².

Da un gasto total de: 676.24 + 600.00= 1,276.24 L.P.M. (337.14 GPM)

Datos:

$$Q= 337.14 \text{ G.P.M.} = 0.0211 \text{ m}^3/\text{seg.} = 1,276.24 \text{ LPM} = 1.27 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$V= 0.0112 \text{ cm}^2/\text{seg.}$$

$$P= 3.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varnothing= 4" = 0.102 \text{ m} = 102 \text{ mm. (P.V.C.)} \quad \epsilon= 0.0015 \text{ mm.}$$

$$\epsilon/D= \frac{0.0015 \text{ mm.}}{102 \text{ mm}} = 0.000015$$

$$V= \frac{4 \times 1.27 \text{ m}^3/\text{min}}{60 \pi (0.102 \text{ m})^2} = 2.59 \text{ m/seg} \quad \frac{V^2}{2g} = \frac{(2.59 \text{ m/seg})^2}{2(9.81 \text{ m/seg}^2)} = 0.341 \text{ mts.}$$

$$Re= \frac{259.0 \times 10.2}{0.0112} = 235,875 = 2.35 \times 10^5$$

Del diagrama de Moody, $f= 0.0223$ y la pendiente de fricción.

$$S_f= \frac{0.0223}{0.102} \times 0.341 = 0.074 \text{ mts} = S_f$$

El coeficiente de pérdida en la válvula de pie es $k= 0.8$ y la pérdida correspondiente.

$$h_v= 0.8 \times 0.074 = 0.059 \text{ mts} = h_v$$

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

La bomba debe elevar el agua desde la altura de 3.10 a la de 3.90 m. La carga de succión es

$$h_s = (3.90 - 3.10) + 0.074 \times 1.90 + 0.059$$

$$h_s = 0.8 + 0.140 + 0.059 = 0.999 \text{ mts.}$$

La tubería de descarga

$$h_f = 0.074 \times 71.00 = 5.25 \text{ mts.} = h_f$$

Los coeficientes de pérdida en los accesorios se obtienen lo siguiente

$$\text{Codo regular } 90^\circ \quad k = 0.31 \times 8 = 2.48$$

$$\text{ck con bridas} \quad k = 2.0 \times 1 = 2.00$$

$$\text{Válvula Compuerta con bridas} \quad k = 0.17 \times 1 = 0.17$$

$$\text{Salida } (A_a/A_1) \quad k = 1.00 \times 2 = 2.00$$

$$k = 6.65$$

Pérdida de energía por los accesorios

$$h = 6.65 \times 0.341 = 2.26 \text{ mts.} = h$$

La bomba debe elevar el agua desde la altura de 3.90 mts. a la de 7.30 mts. La carga de bombeo será:

$$h_d = (9.90 \text{ mts} - 3.90) + 5.25 \text{ mts} + 2.26 \text{ mts}$$

$$h_d = 6.00 \text{ mts.} + 7.51 \text{ mts.}$$

$$h_d = 13.51 \text{ mts.}$$

La carga total de bombeo es igual:

$$H_t = P + 13.51 \text{ mts} + 0.074 \times 1.9 \text{ mts} + 2.26 \text{ mts} + 5.25 \text{ mts}$$

$$H_t = P + 13.51 \text{ mts} + 0.140 \text{ mts} + 2.26 \text{ mts.} + 5.25 \text{ mts.}$$

$$H_t = P + 21.16 \text{ mts.}$$

$$H_t = 36.16 \text{ mts} + 21.16 \text{ mts} = 57.32 \text{ mts.}$$

La potencia que debe proporcionarse a la bomba es:

$$P = \frac{wQH_T}{75 \text{ n}} = \frac{1,000 \text{ kg/m}^3 (1.27 \text{ m}^3/\text{min})(57.32 \text{ mts})}{75 \times 60 \text{ min/seg} \times 0.8}$$

P= 20.22 H.P.

Por lo tanto, se instaló una bomba eléctrica de 40 H.P. y para el motor de combustión interna, se selecciona un motor con una potencia nominal de 46 H.P., considerando para el motor de gasolina un rendimiento del 90%.

4. TOMA SIAMESA:

La Planta cuenta con una toma siamesa debidamente identificada, como prevención en alguna contingencia; instalada en el exterior en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua; cuyo objeto es inyectar directamente a la red contra incendio, el agua que sea proporcionada desde el exterior; como también, a la cisterna en caso de no contar con el equipo de bombeo necesario en el exterior. La operación consiste en el manejo de válvulas de compuerta seguida de una válvula no retroceso. Para habilitar la toma siamesa a la red del sistema de enfriamiento.

5. SISTEMA DE ALARMA:

Se cuenta con un sistema de alarma sonora para aviso de emergencia activada manualmente, debidamente señalada; a base de una sirena eléctrica la cual se alimenta en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad.

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.

Rótulos de prevención, pintura y colores reglamentarios.

- El tanque de almacenamiento se tendrá pintado de color BLANCO BRILLANTE, en sus casquetes un círculo ROJO, de aproximadamente la tercera parte del diámetro del recipiente y rótulo "PELIGRO GAS L.P. INFLAMABLE", pintado con caracteres ROJOS no menores de 10 cm. LA CAPACIDAD TOTAL en litros-agua, así como el contenido y número económico con letras del tamaño de 25 cm. Como mínimo, la razón social de la empresa con letras de acuerdo al tamaño del diámetro del tanque.
- Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente de acuerdo al código colores normativos como son: de BLANCO las conductoras de gas en fase líquida, BLANCO con BANDA VERDE las que retornan gas en fase líquida al tanque de almacenamiento de AMARILLO las que conducen gas en fase de vapor, de NEGRO para los conductores eléctricos, ROJO las tuberías que conducen agua del sistema contra incendio y AZUL las que conducen aire.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

- c) La plataforma de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior del Sistema de almacenamiento, se encuentran pintadas con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Pintura de tanque de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento se pintará de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también tendrá inscrito con caracteres no menores de 15 cm, la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa y número económico.

Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías.

Los postes de concreto que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior del Sistema, se tendrán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada. En el recinto del Sistema se tendrán instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros con leyendas como:

En el acceso a las instalaciones, el servicio de vigilancia será dependiente del Sistema, el cual funcionará las 24 horas del día los 365 días del año, siendo responsable de registrar la entrada de todas las personas, evitando el acceso a personas ajenas a las mismas.

A la acometida eléctrica (transformador) sólo podrán tener acceso personal autorizado.

En el almacén de refacciones, está prohibido el paso a personas ajenas. En las instalaciones de Almacenamiento, Área de Recepción y Suministro, etc., solo podrá estar personal autorizado.

En las instalaciones del área de almacenamiento de Gas L.P., se cuenta con letreros y Avisos preventivos alusivos y visibles para protección Civil en cada una de las áreas que conforman el área de almacenamiento de GLP de acuerdo a cada operación para evitar cualquier contingencia, como lo indica la NOM-001-SEHS-2014 - vigente, STPS y Protección Civil.



**Código de colores que se utiliza al interior de las instalaciones de la
 Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo.**

CODIGO DE COLORES		
COLOR		FLUIDO
	BLANCO	GAS LICUADO
	AMARILLO	GAS VAPOR
	BLANCO / VERDE	RETORNO DE LIQ.
	ROJO	AGUA
	AZUL CLARO	AIRE COMPRIMIDO
	NEGRO	ELECTRICIDAD
	NEGRO / AMARILLO	PROTECCION GRAL.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Los letreros se encuentran visibles como se indica a continuación,
 también pictogramas utilizados preferentemente sobre los rótulos:

LETRERO	PICTOGRAMA	CANTIDAD
“ALARMA CONTRA INCENDIO” (Interruptores de alarma)		2
“PROHIBIDO ESTACIONARSE” (Accesos, Salida de emergencia y Toma siamesa)		7
“PROHIBIDO FUMAR” (Almacenamiento y trasiego)		6
“USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD”	LETRERO	1
“USO OBLIGATORIO DE GUANTES” (Trasiego)	LETRERO	3
“HIDRANTE” (Junto al Hidrante)		3
“EXTINTOR” (Junto al Extintor)		24
“PELIGRO, GAS INFLAMABLE” (Tomas de Recepción, Suministro y Almacenamiento)		6
“SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS” (Accesos, Zonas de Almacenamiento y Trasiego)		6
“SE PROHIBE ENCENDER FUEGO” (Almacenamiento, trasiegos y Estacionamiento de vehículos)		6

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

“LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS” Tomas de Recepción y Suministro)	LETREROS	4
“CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS” (Entrada de la Instalación, trasiegos y Almacenamiento)	LETREROS	3
“SALIDA DE EMERGENCIA” (En Interior y Exterior de las puertas)		2
“PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHICULOS EN ESTA ZONA” (Almacenamiento, Zonas de trasiego y de circulación)	LETRERO	6
“RUTA DE EVACUACION” (Flechas verdes con letras blancas varios)		10
“VELOCIDAD MAXIMA 10 KM/H” (Entrada de la Instalación y Zonas de circulación)		6
“PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO” (De acuerdo al Proyecto contra Incendio)	LETRERO	2
“VALVULA DE ALIMENTACION AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSION DE AGUA” (Junto a la Válvula)	LETRERO	2
“GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO (Junto al Gabinete)		1
“BOTON DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR” (Junto a la Válvula de paro de Emergencia)	LETRERO	3
“RIESGO ELECTRICO” (Acceso a Cuarto Eléctrico)		2
“RIESGO DE ARCO ELECTRICO” (Tableros de distribución, Envoltentes CCM)		2
“PUNTO DE REUNION” (Lugar Estratégico)		1

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Revision De Instalaciones. - NOM-004-STPS-1999, Sistemas de Proteccion y Dispositivos de Seguridad en la Maquinaria y Equipo que se Utilice en los Centros de Trabajo:

El sistema de almacenamiento de Gas L.P. maneja este Carburante como producto peligroso, por lo cual se debe aplicar la normatividad en la materia, en relación a las instalaciones de trasiego, uso y manejo del Gas, descrito en el Reglamento y normas aplicables, como también en los Manuales Operativo, Emergencia y Contingencia y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Mantenimiento de las Instalaciones Electricas en los Centros de Trabajo. Condiciones de Seguridad. NOM-029-STPS-2011:

Las Instalaciones Eléctricas se deben Verificar de acuerdo a los programas de Mantenimiento anual presupuestados, al igual que el Sistema General de Tierras Físicas, NOM-022-STPS-2015. Electricidad Estática en los centros de trabajo, descrita en los planos Eléctricos de esta Memoria Técnica Descriptiva.

Manuales Operativos y de Seguridad:

La Instalación del sistema de almacenamiento de GLP, cuenta con los originales de los Manuales de Operación de los sistemas de trasiego y contra incendio, de Mantenimiento y de Emergencia y Contingencia, los cuales describen la manera en que se llevarán a cabo estas actividades.

Libro Bitacora:

La Instalación del sistema de almacenamiento de GLP, cuenta con la Bitácora, de trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego, contra incendio e iluminación; actualizada y firmada por el responsable general de la planta y el responsable del mantenimiento cada ocho días naturales y avalada cada seis meses por la unidad de verificación acreditada y aprobada en la NOM-001-SEHS-2014. Vigente.

Certificados de Capacitacion:

La Instalación del sistema de almacenamiento de GLP., cuenta con los originales de los programas de: Mantenimiento en general, del sistema de trasiego y del sistema contra incendio; así como las pruebas del sistema contra incendio y las del sistema de seguridad.

Capítulo IV

RESUMEN.

IV. RESUMEN.

SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

Con base en los resultados del análisis de riesgo, se concluye es necesario que el proyecto cumpla con las especificaciones técnicas de normas y procedimientos bajo los cuales se rige el diseño y construcción de las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P., así como de la implementación de las medidas de recomendación técnicas – operativas, que den a las operaciones de la Planta fiabilidad en su operación, con un riesgo de tipo “C” Aceptable con controles.

Por lo que se Concluye que la Planta de Distribución de Gas L.P. puede operar con confiabilidad, siempre y cuando cuente con los sistemas de seguridad que se han propuesto en los proyectos mecánicos, eléctrico, contraincendio, y que se asegure su construcción bajo las normas y procedimientos aplicables en la materia y la implementación de las recomendaciones técnicas operativas que emiten a través de este análisis.

IV.1 SITUACION GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.

El análisis de Riesgo se realizó con la aplicación de metodologías y técnicas que permitieron identificar los escenarios e instalaciones que presentan el mayor riesgo en la operación del Sistema de Almacenamiento de Gas L.P., tales como Análisis Preliminar de Riesgos, por equipos, sustancias y procesos., HazOp. Para identificar los nodos y los potenciales eventos, ETA y FTA para cuantificar el riesgo.

A través de la metodología HazOp se determinaron cinco nodos de análisis

Nodo	Operaciones que se llevan a cabo.
Nodo 1 Isleta de Recepción de Gas L.P.	Recepción de gas L.P. de semirremolques en isleta de tomas de recepción de 3” de Ø para gas-líquido y toma de 1 ¼” de Ø para gas-vapor a 10 kg/cm ² . Envío de gas L.P. de la isleta de tomas de recepción al tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 3” de Ø, a una presión de 10 kg/cm ² .
Nodo 2. Área de Almacenamiento	Almacenamiento de gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 93,000 Lt. Al 100%. Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento a la bomba de suministro de Auto –tanques por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”. Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento a la bomba de suministro de Múltiple de Llenado por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”. Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento para la estación de Carburación por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”.
Nodo 3 Isleta de Bomba de Suministro Autotanques	Recepción de gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2” y 3” de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm ² . Suministro de Gas Autotanques (Tomas de Suministro)

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Nodo 4 Isleta de Bomba de Suministro a Múltiple de Llenado.	Recepción de gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2" y 3" de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm ² . Suministro de Gas al múltiple de Llenado (Tomas de Suministro)
Nodo 5 Estación Carburación	Recepción de gas L.P. a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2" y 3" de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm ² . Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 4 913 Lt. Suministro de gas Carburante a vehículos.
Nodo 6 Sistema de Vaciado de Recipientes Transportables.	Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 300 Lt.

Se determinaron **46 desviaciones** de operación:

Esc.	Desviación
Nodo 1: Isleta de Recepción de Gas L.P	
1.1	No se presenta Flujo de gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al tanque de almacenamiento
1.2	Menor flujo en la descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.
1.3	Menor presión, la descarga de gas al tanque de almacenamiento no es con la presión normal.
1.4	Mayor presión en las líneas de descarga, de gas L.P. al tanque de almacenamiento.
1.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
1.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
Nodo: 2 Área de Almacenamiento.	
2.1	No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envío o recepción de gas.
2.2	Menos Flujo. El envío de gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal.
2.3	Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción de gas L.P.
2.4	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.
2.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.
2.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
2.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
2.8	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento. El tanque presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo.
2.9	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.
2.10	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.
2.11	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.
2.12	De otra manera. Ruptura Total de Tanque.
Nodo 3: Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Auto-tanques	
3.1	Menor Flujo. En el suministro de Gas a los auto-tanques.
3.2	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor a la norma.
3.3	Menor Presión.
3.4	Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es mayor a la presión normal de operación.
3.5	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
3.6	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.

***“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”***

Nodo 4: Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Múltiple de Llenado	
4.1	No Hay flujo
4.2	Menos Flujo. El envío de gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal.
4.3	Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal.
4.4	Menor presión
4.5	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.
4.6	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
4.7	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.

Nodo: 5 Estación de Carburación.	
5.1	Menos Flujo. El envío de gas L.P. a las bomba de suministro es con un menor flujo al normal.
5.2	Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal.
5.3	Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envío de gas L.P. a las bombas de suministro.
5.4	Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
5.5	Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios.
5.6	Menor Nivel en el Tanque de Almacenamiento. El tanque presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo.
5.7	Mayor Nivel. El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.
5.8	Menor presión. El tanque de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa.
5.9	Mayor Presión. El tanque de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación.
5.10	De otra manera Ruptura Total del Tanque
Nodo: 6 Sistema de vaciado de Recipientes Transportables	
6.1	Menor presión
6.2	Mayor Nivel
6.3	Mayor Corrosión interna.
6.4	Mayor Corrosión Externa
6.5	Ruptura del Total del Tanque.

En resumen la tabla anterior nos indica que con la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **10 escenarios** con un Índice de Riesgo del **Tipo “A” “Riesgo Intolerable”** y **28 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo “B” “Riesgo Indeseable”**; **4 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo “C” “Aceptable con Controles”** y **4 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo “D” “Riesgo Razonablemente Aceptable”**

Las Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es por que en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Almacenamiento.	Tanques de almacenamiento.
Área de vaciado de recipientes portátiles.	Tanque de almacenamiento.

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Áreas susceptibles por riesgos de fugas.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es por que en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Recepción de carros tanques, o semirremolques.	Tomas de recepción y suministro.
	Carros tanques, o semirremolques.
	Compresor.
Área de Almacenamiento.	Tanques de almacenamiento.
	Tomas de recepción y suministro.
Área de isletas para suministro de gas para autotanques.	Tomas de recepción y suministro.
	Bombas.
Área de suministro para Carburación.	Tomas de recepción y suministro.
	Bombas.
Área de llenado de recipientes portátiles (Múltiple de Llenado)	Tomas de recepción y suministro.
	Bombas.
Área de vaciado de recipientes portátiles.	Tomas de recepción.
	Tanque de almacenamiento.

Tipo de riesgo determinado.

Se determinó que el riesgo corresponde a una Frecuencia (2) Baja con Consecuencias de Severas a Catastróficas, es decir un Índice de Riesgo de B a A.

De acuerdo a la jerarquización de riesgos se determinó que el riesgo que presenta la planta es sin dispositivos de seguridad y sin la implementación de recomendaciones técnico operativas.

Los escenarios más críticos están asociados a liberación de Gas L.P., su dispersión, formación de nubes explosivas, jet fire (flamazos), derivada a partir de la presencia de fugas en cualquiera de las tuberías, mangueras, conexiones, tanques, equipos, instrumentos, accesorios en su caso mas catastrófico la explosión por sobrepresión y despresurización súbita ocasionando una bola de fuego por la ruptura de los tanques.

Los escenarios hipotéticamente planteados son los siguientes:

Hipótesis No. 1: Incendio, explosión y Nube Tóxica.

Caso menos catastrófico, pero más probable.

Fugas en el tanque de almacenamiento de 79,050. Lt. o de 4,930 Lt. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión.

Escenario de Riesgo: Liberación de Gas L.P., presencia de gas con formación de nubes explosivas y su posterior inflamación y/o deflagración de encontrar una fuente de ignición, flamazos, (jet fire),

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

incendio afectando la integridad de las personas, daños al ambiente y poniendo en riesgo la integridad de las instalaciones.

Hipótesis No. 2: Incendio, explosión y Nube Tóxica.

Caso Más Catastrófico, pero menos probable.

El tanque de almacenamiento es sometido a un calentamiento, originando una sobrepresión, la exposición es tal que se supera el límite de cedencia provocando la ruptura del tanque (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.

La probabilidad de que este tipo de evento suceda es sumamente improbable e inesperada, se deben de tener situaciones muy concretas; se requiere que la fase líquida esté sobrecalentada, que se produzca una reducción brusca de presión en la fase gas, o bien que se den las condiciones de presión y temperatura que consigan la ebullición de toda la masa líquida de forma instantánea.

Escenario de Riesgo: En este incidente consideramos que, al aumentar la presión de vapor del líquido, las paredes del tanque aumentan rápidamente de temperatura por efecto del calor externo, perdiendo su resistencia hasta el punto que no pueden soportar la presión interna, produciéndose entonces su fractura en forma violenta.

Como consecuencia inmediata, se producen sobrepresiones debidas a la liberación súbita de la presión interna del tanque y la proyección de misiles o fragmentos metálicos derivados de la ruptura del recipiente, así como la liberación del gas y/o deflagración en caso de encontrar una fuente de ignición, formando bolas de fuego. A éste evento se le denomina **BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion** ó Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición).

La probabilidad de ocurrencia de estos eventos es:

Hipótesis 1. (TOP IEJF).

P (TOP IEJF)	G1 = SI1 *SIFI*E8	0.01020091
SI1	E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6 + E7	1.31E-01
SIFI	E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI	0,390

Hipótesis 2. (TOP BLEVE).

P (BLEVE)	SI1 * SI2	3.170E-02
SI1	E1BLEVE + P(TOP IEJF)	1.51E-01
SI2	E2BLEVE+ E3BLEVE+E4BLEVE+E5BLEVE	2.10E-01

Que indican que son eventos que tienen una alta probabilidad de ocurrir y de ser frecuentes.

En función de los escenarios contemplados se emiten para las Hipótesis cuyo tipo de riesgo fue caracterizado como del Tipo A- Riesgo intolerable y Tipo B-Riesgo indeseable, las siguientes

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

recomendaciones, cuyo objeto es de disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos contemplados.

Hipótesis 1: Fuga de Gas.	
Caso menos catastrófico, pero más probable.	
Fugas en el tanque de almacenamiento de 93,000. Lt. o de 4,930 Lt. en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF).	
Recomendaciones:	
1. Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación. 2. Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de gas L.P. de la instalación. 3. Instalación de equipos anti chispa. 4. Instalación de detectores de gas L.P. Efectividad del Sistema de tierras 5. Instalación de indicadores de presión en isleta de recepción de gas. 6. Inspección periódica de los dispositivos de seguridad válvulas de relevo, de corte, automáticas, check, de doble no retroceso, hidrostáticas, de exceso de flujo. 7. Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva. 8. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores. 9. Instalación de detectores de gas L.P. 10. Verificar el funcionamiento de paró automático de la planta. 11. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas 12. Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación. 13. Inspección preventiva de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro de gas L.P. de la instalación. 14. Instalación de indicadores de presión.	

Hipótesis No. 2: BLEVE (Incendio, explosión y Nube Tóxica.)	
Descripción. Caso Más Catastrófico, pero menos probable.	
El tanque de almacenamiento es sometido a un calentamiento, el Gas L.P. se calienta y vaporiza aumentando la presión interior, se presenta fatiga de materiales y se supera el límite de cedencia de los materiales, derivando en una explosión y ruptura del tanque (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.	
Recomendaciones:	
1. Instalación de indicadores de presión. 2. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico del tanque. 3. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas. 4. Supervisar el procedimiento de llenado de tanques, a fin de garantizar que no sea llenado al 90 % de capacidad. 5. EL sistema de enfriamiento deberá sobrestimarse en un 20% a fin de que en caso de incendio enfrié lo suficiente el gas. 6. Instalar detectores de gas. 7. Capacitación continua al personal que integra el comité de emergencias y comunicación con protección civil de la región. 8. Cumplir con programa de simulacros.	

Una vez que se adicionan estas recomendaciones técnicas – operativas se tiene la mejora de los arboles de fallas y en consecuencia se disminuye la probabilidad de ocurrencia de los eventos, la probabilidad recalculada nos arroja un valor de:

*“Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Servicio de Gas L.P. para Carburación,
 en Playa del Carmen municipio de Solidaridad, Quintana Roo”*

Resultados de probabilidad de ocurrencias en árboles de fallas.

Hipótesis TOP	Secuencia de cálculo	Probabilidad de ocurrencia promedio	Probabilidad de ocurrencia promedio instalaciones mejoradas
P (TOP IEJF)	$G1 = SI1 * SIFI * E8$	0.01020091	1.02E-03
P (BLEVE)	$SI1 * SI2$	3.170E-02	4.2897E-06

Lo anterior nos indica que para que, en un millón de casos, solo en uno se presentaría **el BLEVE, posicionando a este evento, en un Frecuencia Remota**; en el caso de que en caso de ocurrencia de fuga y su posterior ignición inmediata o su formación de nube explosiva y su posterior deflagración la probabilidad de que ocurre es de un caso por cada mil, igualmente con una frecuencia **Remota a Baja**.

Con base en los resultados anteriores podemos concluir que la Planta de Distribución cuenta con sistemas de seguridad y protección, que complementados con las recomendaciones técnico operativas permiten posicionar el desarrollo de la actividad de almacenamiento y distribución en un Índice de Riesgo del Tipo C, Riesgo Aceptable con Controles.

CONCLUSIONES.

Con base en los resultados del análisis de riesgo, se determina es necesario que el proyecto cumpla con las especificaciones técnicas de normas y procedimientos bajo los cuales se rige el diseño y construcción de este tipo de instalaciones, así como de la implementación de las medidas de recomendación técnicas – operativas, que den al sistema de transporte fiabilidad durante su operación, con un riesgo de tipo **“C” Aceptable con controles**.

Por lo que se concluye que la planta de de almacenamiento puede operar con confiabilidad, siempre y cuando cuente con los sistemas de seguridad que se ha propuesto en los arreglos mecánicos, eléctrico, contra incendio, que se asegure su construcción bajo las normas y procedimientos aplicables en la materia y la implementación de las recomendaciones técnico operativas que emiten a través de este análisis.

IV.3 PRESENTAR EL RESUMEN TÉCNICO.

El Informe Técnico de Riesgo se presenta en el Anexo K.

Capítulo V.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

V.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

En ambos Estudios se han incorporado plano y fotografías áreas de la ubicación del predio en donde se pretende desarrollar el Proyecto.

V.1.2 FOTOGRAFÍAS.

Las fotografías se encuentran incorporadas en la MIA – P, y en el presente Estudio de Riesgo Ambiental para el Proyecto.

V.1.3 VIDEOS.

No se llevó a cabo ninguna videograbación.

V.2 ANEXOS.

- ANEXO A DOCUMENTACIÓN LEGAL
- ANEXO B PLANOS Y MEMORIA TECNICO-DESCRIPTIVA
- ANEXO C CARTOGRAFÍA
- ANEXO D REPORTE FOTOGRÁFICO
- ANEXO E PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL
- ANEXO F FICHE TÉCNICA BIODIGESTOR
- ANEXO G HOJA DE SEGURIDAD
- ANEXO H DATOS DEL INVENTARIO FORESTAL
- ANEXO I MEMORIAS DESCRIPTIVAS DE LA(S) METODOLOGÍA(S) UTILIZADA(S)
- ANEXO J MEMORIA TÉCNICA DE LA(S) MODELACIÓN(ES)
- ANEXO K INFORME TÉCNICO DE RIESGO Y PLAN DE RESPUESTA AMBIENTAL

V.2 ANEXOS.