

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 1 de 218
---	---	---

ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO DEL SECTOR HIDROCARBUROS

PLANTA INTERSIM, S.A. DE C.V.

INTERSIM S.A. DE C.V.

“Este documento contiene información de carácter reservada de conformidad con los Art. 13 frac I, y IV, y Art.14 frac. I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental. Este documento no deberá ser copiado, transmitido, distribuido o reproducido en forma electrónica o manual sin la autorización expresa de los responsables de su manejo y custodia”

Fecha:			
Nombre y firma			

Elaboró

Revisó

Aprobó

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 2 de 218
---	---	---

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	DEFINICIONES	8
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
3.1	PROYECTO	19
3.1.1.	PROYECTO CIVIL	19
3.1.1.1.	Delimitaciones del terreno	19
3.1.1.2.	Accesos	19
3.1.1.3.	Edificios	19
3.1.1.4.	Zona de almacenamiento	20
3.1.1.5.	Torres de recepción de carrotanques.	20
3.1.1.6.	Cobertizo de carga de autotanques	21
3.1.1.7.	Estacionamiento	21
3.1.1.8.	Trincheras para tubería	21
3.1.1.9.	Relación de distancias mínimas	21
3.1.2.	PROYECTO MECÁNICO	25
3.1.2.1.	Recipientes de almacenamiento	25
3.1.2.2.	Bombas	29
3.1.2.3.	Compresores	30
3.1.2.4.	Tomas de recepción	32
3.1.2.5.	Tomas de suministro	32
3.1.2.6.	Mangueras	32
3.1.2.7.	Soportes	33
3.1.2.8.	Tuberías y conexiones	33
3.1.3.	PROYECTO SISTEMA CONTRAINCENDIOS	44
3.1.3.1.	Manejo de agua contra incendios	44
3.1.3.2.	Válvulas de Diluvio	45
3.1.3.3.	Hidrantes	46
3.1.3.4.	Monitores	46
3.1.3.5.	Aspersores	46
3.1.3.6.	Toma siamesa	46

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 3 de 218

3.1.3.7.	Extintores manuales	46
3.1.3.8.	Extintor de carretilla	47
3.1.3.9.	Equipo de protección personal para el combate de incendio.....	47
3.1.3.10.	Comunicaciones.....	47
3.1.3.11.	Sistema de Gas y Fuego	48
3.1.3.12.	Sistema de paro por emergencia	49
3.1.3.13.	Rótulos de prevención y pintura.....	51
3.1.4.	PROYECTO ELÉCTRICO	54
3.1.4.1.	Subestación eléctrica.	54
3.1.4.2.	Demanda total requerida.....	54
3.1.4.3.	Fuente de alimentación.....	56
3.1.4.4.	Instalación interior.....	57
3.1.4.5.	Áreas peligrosas.....	57
3.1.4.6.	Sistema General de conexiones a “tierra”	58
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	59
4.1.	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.	62
4.2.1.	RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO.....	62
4.2.2.	CABEZAL DE SUCCIÓN DE COMPRESORES No. 1 DE 152 MM DE DIÁMETRO.	62
4.2.3.	CABEZAL DE SUCCIÓN DE COMPRESORES No. 2 DE 152 MM DE DIÁMETRO.	62
4.2.4.	COMPRESORES	62
4.2.5.	CABEZAL DE DESCARGA DE COMPRESORES No. 1 DE 152 MM DE DIÁMETRO.....	63
4.2.6.	CABEZAL DE DESCARGA DE COMPRESORES No. 2 DE 152 MM DE DIÁMETRO.....	63
4.2.7.	TOMA DE RECEPCIÓN.....	63
4.2.8.	CABEZAL DE RECEPCIÓN DE GAS LP No 1.	64
4.2.9.	CABEZAL DE RECEPCIÓN DE GAS LP No 2.	64
4.2.10.	CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS DE SUMINISTRO No. 1 DE 203 MM DE DIÁMETRO.	64
4.2.11.	CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS DE SUMINISTRO NO. 2 DE 203 MM DE DIÁMETRO.....	65
4.2.12.	BOMBAS DE SUMINISTRO DE GAS LP LÍQUIDO.	65
4.2.13.	CABEZAL DE DESCARGA DE BOMBAS DE SUMINISTRO DE 203 MM DE DIÁMETRO.....	65
4.2.14.	CABEZAL DE SUMINISTRO NO. 1 DE 152 MM DE DIÁMETRO.....	65
4.2.15.	CABEZAL DE SUMINISTRO NO. 2 DE 152 MM DE DIÁMETRO.....	66

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
		Fecha: Octubre-2021
	Planta para Distribución de gas LP	Rev. 0
	InterSIM S.A. de C.V.	Página: 4 de 218

4.2.16.	TOMAS DE SUMINISTRO	66
4.2.17.	CABEZAL DE RETORNO DE GAS LP VAPOR DE 76 MM DE DIÁMETRO.	66
4.2.18.	CABEZAL DE RETORNO DE GAS LP LÍQUIDO DE 76 MM DE DIÁMETRO.	66
4.2.19.	OPERACIÓN DE RECEPCIÓN DE PRODUCTO POR CARRO TANQUE.....	67
4.2.20.	OPERACIÓN DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE CARRO TANQUE	70
4.2.21.	OPERACIÓN DE LLENADO DE AUTOTANQUES	72
4.2.22.	OPERACIÓN DE TRASVASE DE GAS LP LÍQUIDO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 450,000 LITROS A TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 350,000 LITROS.	75
5.	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	76
5.1.	ASPECTOS ABIÓTICOS	77
5.1.1.	CLIMA	77
5.1.2.	TEMPERATURA	77
5.1.3.	VIENTO	78
5.1.4.	RADIACIÓN SOLAR	78
5.1.5.	HUMEDAD RELATIVA	78
5.1.6.	PRECIPITACIÓN PLUVIAL	79
5.1.7.	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	79
5.1.8.	SUELOS	81
5.1.9.	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	82
5.1.10.	RIESGOS NATURALES.	83
5.2.	ASPECTOS BIÓTICOS.....	87
5.2.1.	VEGETACIÓN.....	87
5.2.2.	FAUNA.....	87
6.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	89
6.1.	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO ...	89
6.1.1.	ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	89
6.1.1.1.	Características físico – químicas del GLP	89
6.1.1.2.	Técnica HAZID.....	91
6.1.2.	ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES	93
6.1.3.	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	96
6.1.3.1.	HAZOP	96
6.1.4.	JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS	99
6.1.5.	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	102

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 5 de 218

6.2.	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS	118
6.2.1.	ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS	118
6.2.1.1.	Estimación de frecuencia por corrosión	118
6.2.1.2.	Árbol de eventos	119
6.2.1.3.	Resultados de la frecuencia calculada	131
6.2.2.	ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS	139
6.2.2.1.	Selección de escenarios de riesgos identificados en las sesiones HAZOP	139
6.2.2.2.	Cálculo de inventarios:	140
6.2.2.3.	Planteamiento de escenarios	143
6.2.2.4.	Criterios para la estimación de consecuencias	159
6.2.2.5.	Resultados	162
7.	REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	168
8.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO	169
8.1.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	169
8.2.	INTERACCIONES DE RIESGO	190
9.	REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGOS	201
10.	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PREVENTIVAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGOS	203
10.1.	SISTEMAS DE SEGURIDAD	203
	Hidrantes	209
	Monitores	210
	Aspersores	210
	Toma siamesa	210
	Extintores manuales	211
	Extintor de carretilla	211
	Equipo de protección personal para el combate de incendio.	211
	Comunicaciones	212
10.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	214
10.3.	RECOMENDACIONES	215
11.	CONCLUSIONES	217
12.	RESUMEN EJECUTIVO	218

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 6 de 218
---	---	---

ANEXOS:

ANEXO A. Información Utilizada en el Análisis de Riesgo.

ANEXO B. Hojas de Trabajo HAZID

ANEXO C. Hojas de Trabajo HAZOP.

ANEXO D. Árbol de eventos.

ANEXO E. Graficas PHAST.

ANEXO F. Memorias de Calculo PHAST.

ANEXO G. Hoja de Seguridad del Gas L.P.

ANEXO H. Memorias Técnico-Descriptivas.

ANEXO I. Resumen Ejecutivo.

ANEXO J. Memoria Fotográfica.

ANEXO K. Autorizaciones Oficiales.

ANEXO L. Dictámenes por Unidades de Verificación.

ANEXO M. Carta Poder representante Legal.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 7 de 218
---	---	---

1. INTRODUCCIÓN

El procedimiento de Evaluación del Riesgo (ER), concebido como un instrumento de la política ambiental, analítica y de alcance preventivo, permite responder a la necesidad de regular las actividades que involucran el uso, manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y actividades consideradas como altamente riesgosas. Integrar al ambiente una actividad considerada altamente riesgosa. Bajo esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas para proteger al ambiente y la sociedad de eventos no deseados; invariablemente, esas ventajas sólo son apreciables después de largos periodos de tiempo y se concretan en las inversiones y los costos de las obras, en diseños más completos e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión.

A nivel nacional los primeros intentos por evaluar el Riesgo Ambiental surgen en 1983, año en el que la Ley Federal de Protección al Ambiente introduce por primera vez los Estudios de Riesgo, como parte del procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental de los proyectos industriales. En tanto que la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en 1988 y sus modificaciones publicadas en 1996 y 2001, amplían el concepto para incorporar la obligación por parte de las Actividades Altamente Riesgosas que se proyecten, de elaborar e instrumentar Programas para la Prevención de Accidentes que incluyan Planes Externos para la Respuesta a Emergencias.

El presente documento contiene el reporte de Análisis de Riesgo de la Planta para Distribución de gas LP de la empresa INTERSIM S.A. de C.V., localizada en Parque Industrial Ferropuertos, Torreón, Coahuila. El Análisis de Riesgo se realizó conforme a la GUÍA PARA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS emitida por ASEA en julio 2020.

Se presentan los resultados obtenidos de la identificación de peligros aplicando la técnica HAZOP y la jerarquización cualitativa de los escenarios de riesgos, así como, la evaluación cuantitativa de frecuencias y consecuencias de los escenarios de riesgos identificados y su reposicionamiento.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgos de Proceso.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 8 de 218
---	---	---

2. DEFINICIONES

Amenaza: Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;

Análisis de Riesgo de Proceso (ARP): Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar metodológicamente los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún escenario de Riesgo identificado;

Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH): Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

Análisis Preliminar de Peligros: Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

BLEVE: ("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores por expansión de líquidos en ebullición;

Capa de Protección: Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación;

Caso Alterno: Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

Caso Más Probable: Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir;

Efecto Dominó: También conocido como encadenamiento de eventos, es un evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

Escenario de Riesgo: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 9 de 218
---	---	---

y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;

Estudio de Riesgo (ER): Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA);

Estudio de Riesgo Ambiental (ERA): Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente de un Proyecto en Operación. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales;

Exposición: Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo;

Función Instrumentada de Seguridad (FIS): Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma;

IDLH (*“Immediately Dangerous to Life or Health”*, por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m³), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud;

Nivel de Integridad de Seguridad (SIL, *Safety Integrity Level*, por sus siglas en inglés); Es el nivel discreto (uno de cuatro) para especificar los requisitos de integridad de las funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad;

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 10 de 218
---	---	--

Peor Caso: Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de Sustancia Peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia;

Proyecto: Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos;

Riesgo Inherente: Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

Riesgo Residual: Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo inherente; el Riesgo residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

Riesgo Tolerable: Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

Salvaguarda: Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros, destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la Instalación;

Seguridad Funcional: parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras Capas de Protección;

Sistemas de Seguridad: Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS): Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control;

Simulación. Representación de un escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 11 de 218
---	---	--

Sustancia Explosiva: La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea;

Sustancia Inflamable: Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

Sustancia Peligrosa: Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

Sustancia Tóxica: Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte;

TLV (15 min, STEL): (*“Thresold Limit Value-Short Term Exposure Limit”*, por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

TLV (8 h. TWA): (*“Thresold Limit Value-Time Weighted Average”*, por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

Vulnerabilidad: Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;

Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente, y

Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 12 de 218
---	---	--

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Planta de Distribución de gas LP es existente y su principal objetivo es el almacenamiento y distribución de este combustible a la ciudad de Torreón y comunidades aledañas.

La Planta de Distribución está integrada por las siguientes áreas:

Zona de almacenamiento 1.

- Caseta de Vigilancia.
- Oficinas.
- Cuarto de subestación eléctrica.
- Estacionamiento.
- Módulo de Almacenamiento 1.
- Bascula.
- 8 tomas de suministro a autotanques.
- Contra incendio 1:
 - Cisterna de 196.7 m³.
 - Cuarto de bombas.
- Áreas de circulación y patios de maniobras

Zona de almacenamiento 2.

- Estación de descarga de carrotanques.
- 24 torres de recepción.
- 4 plataformas de Compresores.
- Módulo de almacenamiento 2.
- Módulo de almacenamiento 3.
- Contra incendio 2:
 - Tanque cisterna de 2000 m³.
 - Cuarto de bombas.
- Cuarto eléctrico.
- Cuarto de mantenimiento.
- Áreas de circulación.

La Planta de Distribución cuenta con los siguientes equipos principales:

- 4 tanques de almacenamiento tipo cilíndricos horizontales con una capacidad de 350,000 litros base agua cada uno.
 - 8 tanques de almacenamiento tipo cilíndricos horizontales con una capacidad de 450,000 litros base agua cada uno.
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 13 de 218
---	---	--

- 1 tanque cisterna de agua contra incendio con una capacidad de 2'000,000 de litros.
- 4 compresores para descarga de carrotaques, marca Corken modelo 490 con una capacidad de 1040.87 LPM cada uno accionados con motor eléctrico de 50 C.F.
- 4 bombas para llenado de autotankes, marca Blackmer modelo LGL4-VB con una capacidad de 832.7 LPM cada una, accionadas con motor eléctrico de 25 C.F.
- 4 bombas para recuperación de líquidos de trampas, marca Blackmer LGL2-VB con una capacidad de 113.55 LPM cada una, accionadas con motor eléctrico de 1 C.F.
- 24 tomas de recepción de gas LP con dos bocas tomas de gas LP líquido y una boca toma de gas LP vapor.
- 8 tomas de suministro de gas LP, cada una con una boca toma de gas LP líquido y una boca toma de gas LP vapor.
- 1 bomba de agua contra incendio accionada con motor eléctrico de 150 C.F. con una capacidad de 4371.67 LPM.
- 1 bomba de agua contra incendio accionada con motor de combustión interna de 175 C.F. con una capacidad de 4371.67 LPM.
- 1 bomba de agua contra incendio accionada con motor eléctrico de 340 C.F. con una capacidad de 4560 LPM.
- 1 bomba de agua contra incendio accionada con motor de combustión interna de 375 C.F. con una capacidad de 4560 LPM.

Los equipos no operan de manera continua, el proceso opera por lotes.

Las actividades que se desarrollan durante la operación de la planta son:

- Recepción de Gas L.P por medio de carrotaques.
- Almacenamiento de Gas L.P.
- Carga de autotankes.
- Actividades propias de mantenimiento de este tipo de instalaciones.
- Actividades administrativas relacionadas con la comercialización del Gas L.P.

Ubicación

La Planta para Distribución de gas LP perteneciente a INTERSIM, S.A. de C.V., está localizada en el Boulevard Ferropuertos y Boulevard del Desierto Lotes 36, 37, 38, 39, 40, 41-A, 41-B, 42-B, 43-B del parque Industrial Ferropuertos en la ciudad de Torreón, Coahuila.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Rev.	0
		Página:	14 de 218

El Parque industrial Ferropuertos Laguna se localiza a las orillas de la mancha urbana de la Ciudad de Torreón a una distancia aproximada de 2 km.

La planta para Distribución de gas LP de la EMPRESA INTERSIM, S.A. de C.V. se localiza en las siguientes coordenadas:

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
X: 663,812.12	Y: 2'818,122.0	25° 28'16.17" N	103° 22'13.86" O

El predio cuenta con una superficie aproximada de 85,605.75 m², la superficie que ocupa la planta es de 34,607.38 m².

Colindancias:

Las colindancias de la Planta para Distribución de gas LP son las siguientes:

- Al norte: Ferro Granos México S.A. de C.V. y Aduana Torreón.
- Al sur: Ergon asfaltos Torreón.
- Al este: SIMSA Alimentos, y la empresa Agricenter Zevilla S.A. de C.V.
- Al oeste: Terreno sin actividad.

En un radio de 500m, el uso de suelo es de tipo industrial y no se localizan asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica y cuerpos de agua, como se muestra en la figura 3-1.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 15 de 218
---	---	--

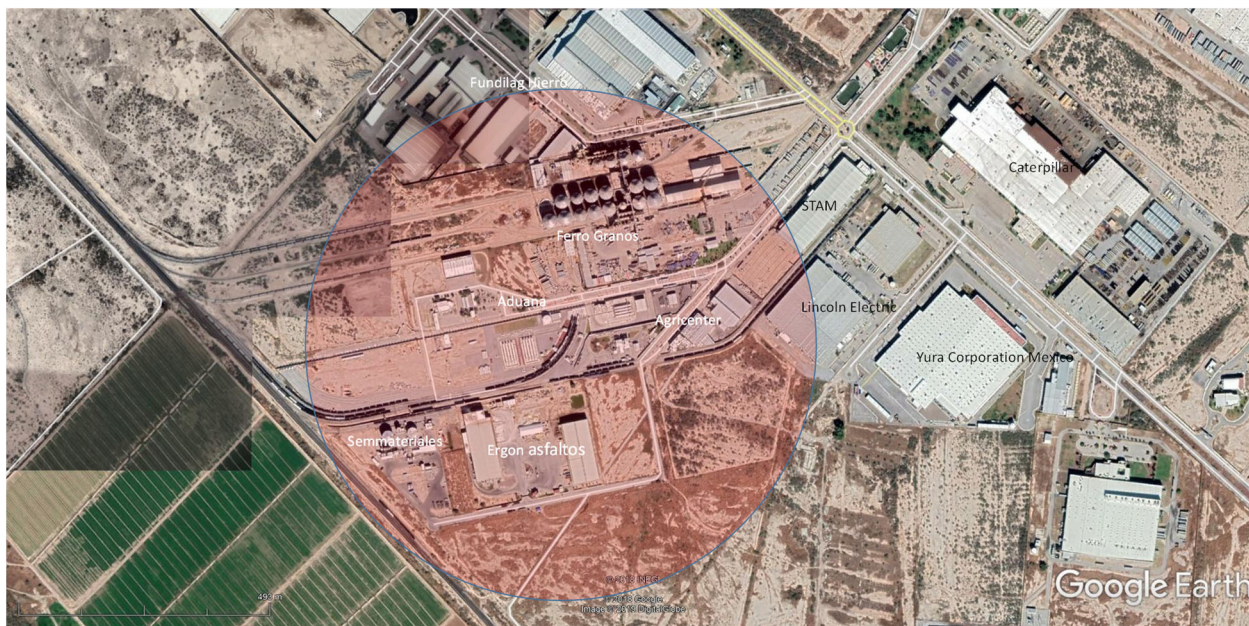


Figura 3-1. Ubicación de zonas vulnerables a la Planta de Almacenamiento y Distribución de gas LP en un radio de 500m.

La infraestructura que se ubica en un radio de 500m se lista en la tabla 3-1.

Tabla 3-1. Infraestructura cercana a la planta en un radio de 500m

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/Proyecto (m)
Transporte	Consolidamex	N	116
Almacenamiento de fertilizantes	Bimsa Torreón	S	110
Almacenamiento de fertilizantes, agroquímicos y semillas	Agricenter Zevilla	E	300

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 16 de 218
---	---	--

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/Proyecto (m)
Almacenamiento de productos agrícolas	Ferrogranos México	NE	200
Control fiscal y físico de entradas y salidas de productos	Aduana	NO	160
Producción de Pavimento de asfalto	Ergon Asfaltos	SO	300

El predio del proyecto no se encuentra colindante con asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica y cuerpos de agua.

Bases de diseño

El clima en la región está clasificado como Muy seco semicálido con lluvias en verano, de mayor humedad (78.79%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (21.21%).

La temperatura promedio anual es de 22.0 °C, La temporada calurosa dura 4,2 meses, del 22 de abril al 28 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 33 °C. La temporada fresca dura del 26 de noviembre al 7 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C.

La zona presenta un relieve muy escaso y no hay ríos superficiales. Los vientos reinantes provienen del este y los vientos dominantes del oeste con una velocidad promedio de 3.0 m/s.

La humedad relativa promedio varia de 39% a 57%.

La constitución geológica de la superficie del Municipio de Torreón es en su totalidad de rocas sedimentarias calizas y derivadas de estas, las edades abarcan el Cretácico (42.5%) al Cuaternario (42.0%). Las calizas de la superficie se encuentran formando una coraza calcárea o reblandecida

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 17 de 218
---	---	--

Para el caso específico del Estado de Coahuila en general, este no es una zona sísmica, se ubica en la Zona A, calificada como de escasa actividad sísmica y de baja magnitud.

La zona no es susceptible a fenómenos naturales tales como: Terremotos, corrimientos de tierra, derrumbamientos o hundimientos, erosión o riesgos radiológicos.

El Proyecto denominado “Planta para Distribución de gas Licuado de Petróleo” perteneciente a la empresa InterSIM S.A. de C.V., fue diseñado de acuerdo con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas vigentes aplicables al transporte, distribución y almacenamiento de gas Licuado de Petróleo, así como a los lineamientos que señalan la Ley de Hidrocarburos publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de Agosto 2014 y a su Reglamento; al Reglamento de las Actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 31 de Octubre de 2014.

A continuación, en la Tabla 3-2, se citan normas oficiales mexicanas vigentes aplicables al transporte, distribución y almacenamiento de gas Licuado de Petróleo.

Tabla 3-2. Normas Oficiales Mexicanas a las que se apegará el diseño, construcción, operación y mantenimiento de equipos que se instalarán en la planta de Distribución de gas L.P.

Clave	Descripción
NOM-001-SESH-2014	Plantas de distribución de Gas LP, Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.
NOM-007-SESH-2010	Vehículos para el transporte y distribución de Gas LP, Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento.
NOM-013-SEDG-2002	Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas LP, en uso.
NOM-021/ISCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener gas L.P. tipo no portátil - requisitos generales.
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas.
NOM-002-SEDE-2010	Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 18 de 218
---	---	--

Clave	Descripción
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Accesos

La principal vialidad para acceder al sitio del proyecto es por el Boulevard Ferropuertos, rodeando por la glorieta localizada al frente del parque industrial y tomar la derecha para llegar al Boulevard Del Desierto, es ahí donde se hace escuadra con el sitio del proyecto.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 19 de 218
---	---	--

3.1 PROYECTO

3.1.1. PROYECTO CIVIL

3.1.1.1. *Delimitaciones del terreno*

El terreno que ocupa la Planta está delimitado con barda de block de 3m de altura.

3.1.1.2. *Accesos*

Considerando la zona de almacenamiento de tanques de almacenamiento de 350,000 l, por el lindero Noroeste del terreno se cuenta con puerta de acceso de 14.00 m de ancho usada para entrada de personas y vehículos, por el lado Noreste se cuenta con una segunda puerta de acceso de 27.00 m para salida de autotanques, mientras que por el lindero Sureste se cuenta con puerta de 10.00 m de ancho como salida de emergencia, todas las puertas son en su totalidad metálicas con orificios circulares que permiten el paso del aire, en el área de recepción se cuenta con puerta, las cuales son de 22.00 m para entrada y salida de carro tanques.

3.1.1.3. *Edificios*

Por el lado Norte del área de almacenamiento de recipientes de 350,000 l se localiza el estacionamiento de vehículos a una distancia de 15.62 m.

Por el lado Nornoroeste del área de almacenamiento de recipientes de 350,000 l se localiza el cuarto de bombas a una distancia de 13.02 m.

Por el lado Noroeste del área de almacenamiento de recipientes de 350,000 l se localizan la caseta de vigilancia, oficinas y sanitarios para operadores, las cuales están a una distancia de 15.00 m.

Por el lado este del área de almacenamiento de recipientes de 350,000 l se encuentra el cobertizo de las tomas de suministro a una distancia de 14.5 m.

Por el lado Sur se localizan las áreas de circulación y bascula para autotanques y semirremolques con caseta de control para esta.

Por el lado sureste del área de almacenamiento de recipientes de 350,000 l se localiza la salida de emergencia a una distancia de 50 m.

Por el lado Noreste del área de almacenamiento de recipientes de 450,000 l se localiza el tanque de agua contra incendios de 2000 m³, cuarto de bombas, cuarto eléctrico y cuarto de mantenimiento a una distancia de 40.0 m.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 20 de 218
---	---	--

Por el lado Sur del área de almacenamiento de recipientes de 450,000 l se localizan las vías de acceso de carro tanques a las tomas de recepción, a una distancia de 16.6 m.

Por el lado este del área de almacenamiento de recipientes de 450,000 l se localizan las tomas de recepción, a una distancia de 24.5 m.

Por el lado Noroeste del área de almacenamiento de recipientes de 450,000 l se localiza la salida de emergencia a una distancia de 50 m.

3.1.1.4. Zona de almacenamiento

Se cuenta con tres módulos de almacenamiento. El módulo 1 cuenta con 4 tanques horizontales de 350,000 L cada uno, el módulo 2 cuenta con 4 tanques horizontales de 450,000 L cada uno y el módulo 3 cuenta con 4 tanques horizontales de 450,000 L cada uno.

Cada uno de los tanques de almacenamiento se encuentra montado sobre dos silletas metálicas las cuales están asentadas en bases de concreto armado debidamente cimentadas.

Los tanques tienen una altura de 2.0 metros medida desde su parte inferior a nivel del piso terminado de la zona de almacenamiento.

A un costado de los tanques se tiene una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos terminada como pasarela, también se contará con una escalerilla al frente de los mismos la cual será usada para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local.

Los tanques, escalera y pasarela metálicas, contarán con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline Tipo R.P. 480 y después pintura de enlace primario epóxico catalizador Tipo R.P. 680.

La zona de protección de la zona de almacenamiento del módulo 1 es con muretes de concreto con altura de 0.60 m y ancho mínimo de 0.20 m, el piso es de concreto con recubrimiento de 20 cm de altura.

3.1.1.5. Torres de recepción de carro tanques.

Se cuenta con 12 torres de recepción para descarga de carro tanques. Cada torre cuenta con escalera metálica para plataforma de carro tanque y cada torre cuenta con dos tomas de recepción.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 21 de 218
---	---	--

3.1.1.6. Cobertizo de carga de autotanques

El área de carga de autotanques está ubicada en el costado este del módulo de almacenamiento No. 1. El cobertizo mide 5m de ancho y 5.5m de altura. En su parte central se cuenta con muro de concreto de 0.6m. En este muro se localizan ocho tomas de suministro para autotanque.

3.1.1.7. Estacionamiento

Por el lado norte del área de almacenamiento de los tanques de 350,000 l, la planta cuenta con área para estacionamiento de autotanques.

3.1.1.8. Trincheras para tubería

Se cuenta con trincheras con rejillas metálicas removibles y diseñadas para soportar una carga estática de cuando menos 25 kgf/cm². Las trincheras cuentan con los medios para el desalojo de aguas pluviales.

3.1.1.9. Relación de distancias mínimas

Las distancias mínimas en esta Planta serán las siguientes:

a) De la tangente del tanque de almacenamiento más cercano a:

Distancia de la tangente del tanque de almacenamiento más cercano a.....	m
Lindero del predio de la planta de distribución	15.62
Espuela de ferrocarril, riel más próximo	16.85
Llenaderas de recipientes	N.A.
Muelle de llenado	N.A.
Lindero de la zona de revisión de recipientes	N.A.
Oficinas	15.0
Otro tanque de almacenamiento	2.00
Piso terminado	2.00
Taller	N.A.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	22 de 218

Distancia de la tangente del tanque de almacenamiento más cercano a.....	m
Planta generadora de energía eléctrica	N.A.
Boca de toma de recepción de carro tanque de ferrocarril	24.50
Boca de tomas de suministro	14.00
Vegetación de ornato	N.A.
Cara exterior del medio de protección a recipientes de almacenamiento	2.21
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuado para áreas clase 1 división 1	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	N.A.
A construcción en cuyo interior exista estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo, no cuenta con estufa ni calentador	N.A.
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, autotanques o semirremolques	N.A.

b) De llenaderas de recipientes transportables a:

Distancia de recipientes transportables a.....	m
Límite del predio	N.A.
Oficinas	N.A.
Boca de tomas de recepción y suministro	N.A.
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuado para áreas clase 1 división 1	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	N.A.
A construcción en cuyo interior exista estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	N.A.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 23 de 218
---	---	--

c) De bocatoma de recepción, suministro o carburación más cercana a:

Distancia de tomas de recepción, suministro o carburación más cercana a.....	m
Límite del predio de la planta de distribución	23.19
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio, o caseta	63.68
Taller	N.A.
Almacén interno de combustible diésel	N.A.
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuado para áreas clase 1 división 1	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	N.A.
A construcción en cuyo interior exista estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	N.A.

d) De bombas y compresores más cercanos a:

Límite de su zona de protección:	3.00m
----------------------------------	-------

e) De soporte de toma de recepción o de toma de suministro a:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	1.00m
--	-------

f) Del paño exterior del dique a:

No contará con dique.

Distancia de la tangente del tanque de almacenamiento a:	Distancia
Almacén de combustibles externos:	No aplica
Almacén de explosivos:	No aplica
Casa habitación:	Mayor a 100m
Escuela:	Mayor a 100m

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 24 de 218
---	---	--

Distancia de la tangente del tanque de almacenamiento a:	Distancia
Hospital:	Mayor a 100m
Iglesia:	Mayor a 100m
Lugar de reunión:	Mayor a 100m
Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósitos,	Mayor a 100m
Recipientes de almacenamiento de una estación de gas LP, para	No aplica

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	25 de 218

3.1.2. PROYECTO MECÁNICO

3.1.2.1. Recipientes de almacenamiento

Se cuenta con 4 recipientes de almacenamiento de 350,000 litros de capacidad tipo intemperie, cilíndricos, horizontales de fabricación nacional para contener Gas LP, de las siguientes características.

Características de los tanques de 350,000 litros				
Número	1	2	3	4
Marca	CYTSA	CYTSA	CYTSA	CYTSA
No. serie	TP-16609	TP-16601	TP-15596	TP-16600
Año de fabricación	07/2016	05/2016	11/2015	04/2016
Capacidad nominal lts. de agua	350,000	350,000	350,000	350,000
Altura sobre NPT	2.0 m	2.0 m	2.0 m	2.0 m
Diámetro exterior	3.70 m	3.70 m	3.70 m	3.70 m
Largo total	34.15 m	34.15 m	34.15 m	34.15 m
Presión de diseño	17.58 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²
Distancia entre bases	20.42 m	20.42 m	20.42 m	20.42 m
Tara en kg	66,000	66,000	66,000	66,000
Densidad del gas	0.54 g/cm ³	0.54 g/cm ³	0.54 g/cm ³	0.54 g/cm ³
Espesor placa cilindro	20.3 mm	20.3 mm	20.3 mm	20.3 mm
Espesor placa de tapas	11.9 mm	11.9 mm	11.9 mm	11.9 mm
Material de placa de cilindro	SA-612	SA-612	SA-612	SA-612
Material de placa de tapas	SA-612	SA-612	SA-612	SA-612
Tipo de cabezas	Hemisféricas	Hemisféricas	Hemisféricas	Hemisféricas
Radiografiado	100%	100%	100%	100%

Se encuentran montados sobre bases de concreto tipo cuna, permitiendo sus movimientos de contracción y dilatación por cambios en la temperatura ambiente.

Están resguardados dentro de la zona de protección con muretes de concreto con una altura mínima de 0.60 m, su piso es de concreto con una ligera inclinación del 1.5% para el desalojo de aguas pluviales.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 26 de 218

Cuentan con una altura de 2.0 m de la parte inferior del recipiente al nivel del piso terminado y sus domos se encuentran nivelados.

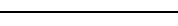
Cuentan con dos escaleras metálicas, una para acceso al domo del recipiente y otra para llegar al instrumental instalado en la cabeza del recipiente.

Los Tanques de almacenamiento cuentan con los siguientes dispositivos de seguridad y de medición:

- Un medidor magnético (Magnetel) de nivel de líquido roscado Marca Rego modelo A9091 de 64 mm (2 ½") de diámetro.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -20 a +50 °C de 12.7 mm (½") de diámetro toma posterior, caratula de 51 mm (2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Eva con graduación de 0 a 21 Kg/cm² de 6.4 mm (¼") de diámetro toma posterior, caratula de 51 mm (2") de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (¼") de diámetro, localizadas al 90% y la otra a 85% del nivel del tanque.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas-líquido Marca Rego Modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 947 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m³/hr (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-líquido Marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM) para retorno de líquido.
- Dos válvulas multiport bridadas marca Rego Modelo A8574G de 101 mm (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego Modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y 2.00 m de altura.

Los recipientes de almacenamiento se construyeron de acuerdo Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable, especificaciones y métodos de prueba.

Adicionalmente se cuenta con 8 recipientes de almacenamiento de 450,000 litros de capacidad, tipo intemperie, cilíndricos, horizontales de fabricación nacional para contener Gas LP, de las siguientes características.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	27 de 218

Características de los tanques de 450,000 litros				
Número	1-2	3-4	5-6	7-8
Marca	CYTSA	CYTSA	CYTSA	CYTSA
No. serie	Por definir	Por definir	Por definir	Por definir
Año de fabricación	Por definir	Por definir	Por definir	Por definir
Capacidad nominal lts. de agua	450,000	450,000	450,000	450,000
Altura sobre NPT	2.0 m	2.0 m	2.0 m	2.0 m
Diámetro exterior	4.06 m	4.06 m	4.06 m	4.06 m
Largo total	44.74 m	44.74 m	44.74 m	44.74 m
Presión de diseño	17.58 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²
Distancia entre bases	27.0 m	27.0 m	27.0 m	27.0 m
Tara en kg	89,690	89,690	89,690	89,690
Densidad del gas	0.54 g/cm ³	0.54 g/cm ³	0.54 g/cm ³	0.54 g/cm ³
Espesor placa cilindro	20.3 mm	20.3 mm	20.3 mm	20.3 mm
Espesor placa de tapas	11.9 mm	11.9 mm	11.9 mm	11.9 mm
Material de placa de cilindro	SA-612	SA-612	SA-612	SA-612
Material de placa de tapas	SA-612	SA-612	SA-612	SA-612
Tipo de cabezas	Hemisféricas	Hemisféricas	Hemisféricas	Hemisféricas
Radiografiado	100%	100%	100%	100%

Los recipientes de almacenamiento de 450,00 litros de capacidad cuentan con los siguientes dispositivos de seguridad y de medición:

- Un medidor magnético (Magnetel) de nivel de líquido roscado Marca Rego modelo A9091 de 64 mm (2 ½") de diámetro.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -20 a +50 °C de 12.7 mm (½") de diámetro toma posterior, caratula de 51 mm (2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Eva con graduación de 0 a 21 Kg/cm² de 6.4 mm (¼") de diámetro toma posterior, caratula de 51 mm (2") de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (¼") de diámetro, localizadas al 90% y la otra a 85% del nivel del tanque.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 28 de 218
---	---	--

- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas-líquido Marca Rego Modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 947 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m³/hr (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-líquido Marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM) para retorno de líquido.
- Dos válvulas multiport bridadas marca Rego Modelo A8574G de 101 mm (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego Modelo A3149MG de 64 mm (2 1/2") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 m de altura.

Los recipientes de almacenamiento se construyeron de acuerdo Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable, especificaciones y métodos de prueba.

Se encuentran montados sobre bases de concreto tipo cuna, permitiendo sus movimientos de contracción y dilatación por cambios en la temperatura ambiente.

Están resguardados dentro de la zona de protección con muretes de concreto con una altura mínima de 0.60 m, su piso es de concreto con una ligera inclinación del 1.5% para el desalojo de aguas pluviales.

Cuentan con una altura de 2.0 m de la parte inferior del recipiente al nivel del piso terminado y sus domos se encuentran nivelados.

Cuentan con dos escaleras metálicas, una para acceso al domo del recipiente y otra para llegar al instrumental instalado en la cabeza del recipiente.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 29 de 218
---	---	--

3.1.2.2. Bombas

La planta cuenta con cuatro bombas para realizar las operaciones de llenado de autotanques. Cada una de las bombas se encuentran instaladas con cople flexible en la línea de succión, precedida de un filtro. En su descarga se tiene una válvula automática de retorno de gas líquido.

Características de las bombas de llenado de autotanques				
Número	1	2	3	4
Operación	Llenado de autotanques	Llenado de autotanques	Llenado de autotanques	Llenado de autotanques
Marca	Blackmer	Blackmer	Blackmer	Blackmer
Modelo	LGL4-VB	LGL4-VB	LGL4-VB	LGL4-VB
Motor Eléctrico	25 C.F.	25 C.F.	25 C.F.	25 C.F.
R.P.M.	660	660	660	660
Capacidad nominal	833 L.P.M. (220 GPM)	833 L.P.M. (220 GPM)	833 L.P.M. (220 GPM)	833 L.P.M. (220 GPM)
Presión diferencial de trabajo (máx.)	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²
Tubería de succión	102 mm (4")	102 mm (4")	102 mm (4")	102 mm (4")
Tubería de descarga	102 mm (4")	102 mm (4")	102 mm (4")	102 mm (4")

Las bombas de llenado de autotanques se localizan dentro de la zona de protección del área de almacenamiento de los tanques de 350,000 litros. Esta zona resguarda posibles daños mecánicos.

Cada una de las bombas para llenado de autotanques se encuentran acoplados a un motor eléctrico a prueba de explosión mediante bandas tipo "V", con cubre bandas de protección atornilladas a sus bases metálicas ancladas al piso de concreto.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
		Fecha: Octubre-2021
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Rev. 0
		Página: 30 de 218

Sus motores eléctricos son apropiados para operar en atmósferas de vapores inflamables, acoplados a la bomba, están conectados al sistema general de “tierras”, y cuentan con interruptor automático de sobrecarga.

Adicionalmente la planta cuenta con cuatro bombas para realizar las operaciones de recuperación de gas LP líquido en trampas de líquidos.

Características de las bombas de recuperación de gas líquido				
Número	5	6	7	8
Operación	Recuperación de gas líquido	Recuperación de gas líquido	Recuperación de gas líquido	Recuperación de gas líquido
Marca	Blackmer	Blackmer	Blackmer	Blackmer
Modelo	LGL2-VB	LGL2-VB	LGL2-VB	LGL2-VB
Motor Eléctrico	1 C.F.	1 C.F.	1 C.F.	1 C.F.
R.P.M.	420	420	420	420
Capacidad nominal	114 L.P.M. (30 GPM)	114 L.P.M. (30 GPM)	114 L.P.M. (30 GPM)	114 L.P.M. (30 GPM)
Presión diferencial de trabajo (máx.)	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²
Tubería de succión	32 mm (1 1/4")	32 mm (1 1/4")	32 mm (1 1/4")	32 mm (1 1/4")
Tubería de descarga	32 mm (1 1/4")	32 mm (1 1/4")	32 mm (1 1/4")	32 mm (1 1/4")

3.1.2.3. Compresores

La planta cuenta con cuatro compresores que se encuentran instalados entre coples flexibles. Cada compresor cuenta en la succión con una trampa de líquidos y en su descarga con una válvula de alivio de presión.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
		Fecha: Octubre-2021
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Rev. 0
		Página: 31 de 218

Características de los compresores				
Número	1	2	3	4
Operación	Descarga de Carrotanque	Descarga de Carrotanque	Descarga de Carrotanque	Descarga de Carrotanque
Marca	Corken	Corken	Corken	Corken
Modelo	490	490	490	490
Motor Eléctrico	50 C.F.	50 C.F.	50 C.F.	50 C.F.
R.P.M.	825	825	825	825
Capacidad	1041 L.P.M. (275 G.P.M.)	1041 L.P.M. (275 G.P.M.)	1041 L.P.M. (275 G.P.M.)	1041 L.P.M. (275 G.P.M.)
Desplazamiento	47 m ³ /hr	47 m ³ /hr	47 m ³ /hr	47 m ³ /hr
Relación de compresión	1.49	1.49	1.49	1.49
Máxima presión de descarga	17.5 kg/cm ²	17.5 kg/cm ²	17.5 kg/cm ²	17.5 kg/cm ²
Tubería de gas-vapor	51 mm (2")	51 mm (2")	51 mm (2")	51 mm (2")
Tubería de gas-líquido	76 mm (3")	76 mm (3")	76 mm (3")	76 mm (3")

Los compresores están resguardados con muretes de concreto con una altura mínima de 0.60 m y 0.20 m de ancho.

Cada uno de los compresores se encuentran acoplados a un motor eléctrico a prueba de explosión mediante bandas tipo "V", con cubre bandas de protección atornilladas a sus bases metálicas ancladas al piso de concreto.

Sus motores eléctricos son apropiados para operar en atmósferas de vapores inflamables, acoplados al compresor, están conectados al sistema general de "tierras", y cuentan con interruptor automático de sobrecarga.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 32 de 218
---	---	--

3.1.2.4. Tomas de recepción

Para la descarga de carro tanques a tanques de almacenamiento se cuenta con 24 Tomas de recepción de gas LP. Cada toma cuenta con dos bocas tomas de gas LP líquido y una boca toma de gas LP vapor. Las bocas tomas de gas LP líquido cuentan con válvula de bola recta, indicador de flujo tipo no retroceso, válvula automática doble no retroceso, manguera de 51 mm de diámetro, válvula de globo recta y acoplador de llenado para líquido. La boca toma de gas LP vapor cuenta con válvula de cierre automático, válvula de bola recta, válvula automática doble no retroceso, manguera de 51 mm de diámetro, válvula de globo recta y acoplador de llenado para gas.

3.1.2.5. Tomas de suministro

Para la carga de gas L.P. a autotanques se cuenta con ocho tomas de suministro.

Las tomas de suministro se encuentran localizadas por el lado este de la zona de almacenamiento 1, las primeras 4 a una distancia de 10.70 m de los tanques y las otras 4 a 8.38 m del límite del terreno, para su mejor protección contra impactos mecánicos se encuentran en 2 isletas de 2 m de ancho y 60 cm de alto.

Las tuberías de la zona de almacenamiento a las tomas de suministro van dentro de un ducto de concreto protegido con rejilla metálica.

Cada toma de suministro cuenta con una boca toma de gas LP líquido y una boca toma de gas LP vapor. La boca toma de gas LP líquido cuenta con válvula de relevo de presión hidrostática, válvula de bola recta, cople flexible, medidor de líquido, válvula de relevo de presión hidrostática, doble válvula de bola recta, válvula de relevo de presión hidrostática, válvula automática doble no retroceso, manguera de 51 mm de diámetro, válvula de globo recta y acoplador de llenado para líquido, la boca toma de vapor cuenta con válvula de globo recta, válvula de cierre automático, manguera de 32 mm de diámetro, válvula automática doble no retroceso, válvula de globo recta y acoplador de llenado para vapor.

3.1.2.6. Mangueras

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. 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., están diseñadas para una presión de trabajo de 24.60 Kg/cm² y una presión de ruptura de 140 Kg/cm².

Las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores quedarán protegidas con tapón.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 33 de 218
---	---	--

3.1.2.7. Soportes

Las tomas están fijadas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, y cuentan con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes, al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P. se cuenta con válvulas de separación mecánica (pull-away) para asegurar que si llegara a haber una separación por movimiento de vehículo se evite la fuga de Gas.

3.1.2.8. Tuberías y conexiones

Todas las tuberías para conducir Gas L.P. son de acero al carbón cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 24.47 kg/cm², y donde existen accesorios roscados, éstos están especificados para una presión de trabajo de 140 kg/cm² y con tubería de acero al carbón sin costura cédula 80.

Las bridas son de fundición nodular o maleable y clase 300, los pernos o espárragos tienen especificación A-193 Grado B o A-307 Grado B y las tuercas A-194 Grado 2H, los empaques para la unión de las bridas son de material resistente a la acción del Gas L.P. construidos de material metálico con temperatura de fusión de 715 °C.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de tomas de recepción 1 y 2 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 3 y 4 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 5 y 6 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 7 y 8 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 9 y 10 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 11 y 12 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Cabezal de recepción de gas LP No. 1.	203 mm Ø

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 34 de 218
---	---	--

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 1 a Tanque de Almacenamiento No 1 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 1 a Tanque de Almacenamiento No 2 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 1 a Tanque de Almacenamiento No 3 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 1 a Tanque de Almacenamiento No 4 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 13 y 14 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 15 y 16 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 17 y 18 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 19 y 20 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 21 y 22 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de tomas de recepción 23 y 24 a cabezal de recepción de gas LP No. 1.	152 mm Ø
Cabezal de recepción de gas LP No. 2.	203 mm Ø
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 2 a Tanque de Almacenamiento No 1 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 2 a Tanque de Almacenamiento No 2 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 2 a Tanque de Almacenamiento No 3 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 35 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de cabezal de recepción de gas LP No. 2 a Tanque de Almacenamiento No 4 de 350,000 litros de capacidad.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 1 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 1.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 2 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 1.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 3 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 1.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 4 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 1.	51 mm Ø
Cabezal de succión de compresores No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de cabezal de succión de compresores No. 1 a compresor No. 1.	76 mm Ø
Interconexión de cabezal de succión de compresores No. 1 a compresor No. 3.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 1 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 2.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 2 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 2.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 3 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 2.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 4 de 350,000 litros de capacidad con cabezal de succión a compresores No. 2.	51 mm Ø
Cabezal de succión de compresores No. 2.	152 mm Ø
Interconexión de cabezal de succión de compresores No. 2 a compresor No. 2.	76 mm Ø
Interconexión de cabezal de succión de compresores No. 2 a compresor No. 4.	76 mm Ø
Interconexión de compresor No. 1 al cabezal de descarga de compresores No. 1.	76 mm Ø

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 36 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de compresor No. 2 al cabezal de descarga de compresores No. 1	76 mm Ø
Cabezal de descarga de compresores No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 1 a tomas de recepción 1 y 2.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 1 a tomas de recepción 3 y 4.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 1 a tomas de recepción 5 y 6.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 1 a tomas de recepción 7 y 8.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 1 a tomas de recepción 9 y 10.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 1 a tomas de recepción 11 y 12.	102 mm Ø
Interconexión de compresor No. 3 al cabezal de descarga de compresores No. 2.	76 mm Ø
Interconexión de compresor No. 4 al cabezal de descarga de compresores No. 2.	76 mm Ø
Cabezal de descarga de compresores No. 2.	152 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 2 a tomas de recepción 13 y 14.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 2 a tomas de recepción 15 y 16.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 2 a tomas de recepción 17 y 18.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 2 a tomas de recepción 19 y 20.	102 mm Ø

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 37 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 2 a tomas de recepción 21 y 22.	102 mm Ø
Interconexión de Cabezal de descarga de compresores No. 2 a tomas de recepción 23 y 24.	102 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 1 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 1.	76 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 2 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 1.	76 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 3 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 1.	76 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 4 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 1.	76 mm Ø
Cabezal de succión de bombas No. 1.	203 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 1 a la bomba No. 1.	102 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 1 a la bomba No. 2.	102 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 1 a la bomba No. 3.	102 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 1 a la bomba No. 4.	102 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 1 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 2.	76 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 2 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 2.	76 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 3 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 2.	76 mm Ø
Interconexión de tanque de almacenamiento No. 4 de 350,000 litros de capacidad al cabezal de succión de bombas No. 2.	76 mm Ø

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 38 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Cabezal de succión de bombas No. 2.	203 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 2 a la bomba No. 1.	102 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 2 a la bomba No. 2.	102 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 2 a la bomba No. 3.	102 mm Ø
Interconexión del cabezal de succión de bombas No. 2 a la bomba No. 4.	102 mm Ø
Interconexión de bomba No. 1 al cabezal de descarga de bombas.	102 mm Ø
Interconexión de bomba No. 2 al cabezal de descarga de bombas.	102 mm Ø
Interconexión de bomba No. 3 al cabezal de descarga de bombas.	102 mm Ø
Interconexión de bomba No. 4 al cabezal de descarga de bombas.	102 mm Ø
Cabezal general de descarga de bombas.	203 mm Ø
Interconexión del cabezal de descarga de bombas al cabezal de suministro No. 1.	152 mm Ø
Interconexión del cabezal de suministro No. 1 a toma de suministro No. 1.	51 mm Ø
Interconexión del cabezal de suministro No. 1 a toma de suministro No. 2.	51 mm Ø
Interconexión del cabezal de suministro No. 1 a toma de suministro No. 5.	51 mm Ø
Interconexión del cabezal de suministro No. 1 a toma de suministro No. 6.	51 mm Ø
Interconexión del cabezal de descarga de bombas al cabezal de suministro No. 2.	152 mm Ø
Interconexión del cabezal de suministro No. 2 a toma de suministro No. 3.	51 mm Ø
Interconexión del cabezal de suministro No. 2 a toma de suministro No. 4.	51 mm Ø
Interconexión del cabezal de suministro No. 2 a toma de suministro No. 7.	51 mm Ø

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 39 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión del cabezal de suministro No. 2 a toma de suministro No. 8.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 6 y 8 al cabezal de retorno de vapores.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 5 y 7 al cabezal de retorno de vapores.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 2 y 4 al cabezal de retorno de vapores.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 1 y 3 al cabezal de retorno de vapores.	51 mm Ø
Cabezal de retorno de vapores.	76 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de vapores a Tanque de almacenamiento No. 1 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de vapores a Tanque de almacenamiento No. 2 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de vapores a Tanque de almacenamiento No. 3 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de vapores a Tanque de almacenamiento No. 4 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 7 y 8 a cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 5 y 6 a cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 3 y 4 a cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø
Interconexión de tomas de suministro 1 y 2 a cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø
Interconexión de válvula automática de retorno de la bomba No.1 al Cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø
Interconexión de válvula automática de retorno de la bomba No.2 al Cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 40 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de válvula automática de retorno de la bomba No.3 al Cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø
Interconexión de válvula automática de retorno de la bomba No.4 al Cabezal de retorno de gas LP líquido.	51 mm Ø
Cabezal de retorno de gas LP líquido.	76 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de gas LP líquido a Tanque de almacenamiento No. 1 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de gas LP líquido a Tanque de almacenamiento No. 2 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de gas LP líquido a Tanque de almacenamiento No. 3 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø
Interconexión de Cabezal de retorno de gas LP líquido a Tanque de almacenamiento No. 4 de 350,000 litros de capacidad.	51 mm Ø

Los diámetros de las tuberías en la zona de almacenamiento 2 son:

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 8 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 7 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 6 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 5 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 4 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 41 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 3 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 2 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 1 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de recepción.	76 mm Ø
Cabezal de recepción	203 mm Ø
Interconexión de cabezal de recepción con cabezal de recepción No. 2	203 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 8 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 7 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 6 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 5 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 4 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 3 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 2 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 1 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Cabezal de succión de compresores	152 mm Ø

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 42 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de Cabezal de succión de compresores con Cabezal de succión de compresores No. 1.	152 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 8 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 7 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 6 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 5 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 4 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 3 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 2 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 1 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de succión de compresores.	51 mm Ø
Cabezal de succión de compresores	51 mm Ø
Interconexión de Cabezal de succión de compresores con Cabezal de succión de compresores No. 2.	152 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 8 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 7 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 6 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 43 de 218

TRAYECTORIA	Diámetro
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 5 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 4 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 3 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 2 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de Tanque de Almacenamiento No. 1 de 450,000 litros de capacidad con cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Cabezal de descarga de compresores.	51 mm Ø
Interconexión de cabezal de descarga con cabezal de descarga de compresores.	152 mm Ø

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 tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presión hidrostática de 13 mm de diámetro ($\frac{1}{2}$ "), calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min.

Además, las tuberías cuentan con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

Código de colores de tuberías que conducen gas LP	
Blanco	Las tuberías que conducen gas LP en fase líquida y desfogue del compresor
Blanco con bandas color verde	Las tuberías que retornarán gas LP en fase líquida.
Amarillo	Las tuberías que conducen gas LP en fase vapor

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 44 de 218
---	---	---

3.1.3. PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Esta Planta de Distribución de Gas L.P. cuenta con medidas de seguridad para prevenir, controlar y combatir un incendio a través de una serie de elementos tales como:

3.1.3.1. Manejo de agua contra incendios

Para el manejo de agua a presión se cuenta con dos sistemas compuestos por los siguientes elementos:

Para el primer sistema:

- Cisterna de 197.60 m³ de capacidad de agua, con las siguientes medidas: 7.62 m x 10.40 m y profundidad de 2.50 metros. Este recinto es subterráneo en un metro y medio, el resto externo, construido con concreto armado y tabique. Cuenta con acceso de personas de 0.70 x 0.70 metros, cárcamo de succión con medidas en Planta de 3.0 m x 1.00 m y profundidad de 0.60 m. Su llenado se realiza a través de la red municipal.
- Caseta de máquinas localizada sobre la cisterna con dimensiones en Planta de 3.0 m x 4.5 m y altura de 2.5 m, cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal. Esta caseta de máquinas está equipada con una bomba con motor eléctrico de 150 C.F. y gasto de 4,371.67 L.P.M. a 10 Kg/cm² y una bomba con motor Diesel de 175 C.F. y gasto 4,371.67 L.P.M.
- Red de agua contra incendio constituida por tubería de PVC cedula 80, la cual va enterrada a 1 m de profundidad y por tubería de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible. La red está constituida por 1 Cabezal general de 152 mm de diámetro que suministra agua Contra incendio a 3 Hidrantes de 350 lpm, 2 Monitores de 1900 lpm, 2 tomas para manguera, aspersores de 4 tanques de almacenamiento de 350,000 litros y aspersores de 8 tomas de suministro.

Para el segundo sistema:

- Tanque cisterna de 2'000,000 l, con diámetro de 16.75 m y altura de 7.37 m.
- Bomba con motor eléctrico de 340 C.F. y gasto de 4,560 L.P.M. a 10 Kg/cm², bomba con motor diésel de 375 C.F. y gasto 4,560 L.P.M.
- Red de agua contra incendio constituida por tubería de PVC cedula 80, la cual va enterrada a 1 m de profundidad y por tubería de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible. La red está constituida por 1 Cabezal general de 152 mm de diámetro que suministra agua contra incendio a 6 Hidrantes de 350 lpm para mangueras de 30m, 2 Monitores de 1900 lpm, 2 tomas para manguera y a los aspersores de 8 tanques de almacenamiento de 450,000 litros.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 45 de 218
---	---	--

Ambos sistemas se encuentran interconectados por una válvula de 152 mm de diámetro y pueden operar independiente o en caso de que se requiera suministrar agua del sistema 1 a l sistema 2 o viceversa.

3.1.3.2. Válvulas de Diluvio

La planta cuenta con 16 válvulas de diluvio que permiten seccionar las diferentes áreas de proceso para suministrar agua contra incendio y son las siguientes:

- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de las islas de llenado de autotanques 1, 2, 3 y 4.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de las islas de llenado de autotanques 5, 6, 7 y 8.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de los recipientes T1 y T2.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de los recipientes T3 y T4.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T5.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T6.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T7.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T8.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T9.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T10.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T11.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T12.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 1.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 2.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 3.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 4.

La filosofía de operación de las válvulas de diluvio es la siguiente:

- Automática: se activa desde el cuarto de control, abre la válvula de diluvio correspondiente del cañón 1, 2, 3, o 4.
- Semi manual: se activa desde donde se encuentra la válvula de diluvio correspondiente del cañón 1, 2, 3, o 4, se acciona cerrando la válvula de corte de aire color amarillo, después se abre la válvula color rojo para desfogar el aire.
- Manual: se activa desde donde se encuentra la válvula de diluvio correspondiente del cañón 1, 2, 3, o 4. Se acciona abriendo la válvula de compuerta.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 46 de 218
---	---	--

3.1.3.3. Hidrantes

La planta cuenta con 10 hidrantes con manguera con capacidad de 350 LPM (92.59 GPM) cada uno. Cada hidrante instalado cuenta con una válvula y una manguera de 30 metros de longitud y un diámetro nominal mínimo de 38 mm (1.5”), y las mangueras están equipadas con chiflón o boquilla reguladora que permite surtir una neblina de agua y alcanzar hasta 30 metros de distancia, operando a una presión de trabajo de 5 kg/cm². Cada hidrante se localiza en un gabinete con puerta y llave.

El sistema de hidrantes cubre el 100% del área de la estación de descarga de gas LP.

3.1.3.4. Monitores

La planta cuenta con 4 monitores con capacidad de 1900 LPM (501.9 GPM) cada uno. Cada monitor instalado cuenta con boquilla reguladora que permite surtir una neblina de agua y alcanzar hasta 50 metros de distancia.

El sistema de monitores cubre el 100% del área de descarga de carrotanques.

3.1.3.5. Aspersores

Cada recipiente de almacenamiento de Gas L.P. cuenta con un sistema de enfriamiento por aspersión, conformado dos tubos paralelos de 51 mm de diámetro, estos tubos se unen en los extremos para rociar simétricamente al recipiente.

El rociado se realiza mediante boquillas aspersoras repartidas uniformemente y alineadas a lo largo de los tubos. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de ½” y gasto de 29.5 L.P.M. para una presión de 3.5 Kg/cm².

3.1.3.6. Toma siamesa

Toma siamesa por el exterior de la planta, la cual se ubica a un costado del estacionamiento.

3.1.3.7. Extintores manuales

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 47 de 218

Ubicación de extintores	Cantidad	Tipo
Toma de recepción	24	9 Kg ABC
Toma de suministro	8	9 Kg ABC
Compresores	4	9 Kg ABC
Bombas	8	9 Kg ABC
Cuarto de Bombas E.C.I.	2	9 Kg ABC
Estacionamientos	2	9 Kg ABC
Oficina y WC	3	9 Kg ABC
Tablero eléctrico	5	4.5 Kg CO ₂
Caseta, vigilancia y báscula	1	9 Kg ABC
Zona de almacenamiento	12	9 Kg ABC

3.1.3.8. Extintor de carretilla

Se cuenta con 6 extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, los cuales se localizan en las zonas de almacenamiento.

3.1.3.9. Equipo de protección personal para el combate de incendio.

Se cuenta con dos trajes de BOMBERO para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio y con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

3.1.3.10. Comunicaciones

Se tienen líneas telefónicas convencionales conectadas a la red pública y existe un cartel en el muro adyacente con la operadora de pedidos en donde se listan los números de emergencia de bomberos, policía, unidades de rescate correspondientes en el área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS cercana. Además, a través del sistema de radio comunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 48 de 218
---	---	--

3.1.3.11. Sistema de Gas y Fuego

El sistema de detección de gas y fuego alerta al personal en el cuarto de control y al personal que se encuentra en las áreas de riesgo de la presencia de un incendio o la presencia de mezclas explosivas, mediante la activación de alarmas visibles y audibles. Así mismo, el sistema de gas y fuego se utiliza para activar las válvulas de diluvio de los sistemas de aspersión.

La activación de las alarmas es de manera automática a partir de la señal de los detectores de fuego y de mezclas explosivas ubicados en campo. En el lugar donde se localizan las alarmas audibles y visibles, también se cuenta con estaciones manuales para activar las alarmas audibles y visibles requeridas.

Las alarmas audibles están distribuidas estratégicamente en las diferentes áreas de la planta como son: área de almacén modulo 1, área de llenado de autotanques, área de descarga de carrotanques, área de almacén módulos 2 y área de almacén modulo 3, con el objeto de alertar rápida y confiablemente al personal de las instalaciones.

Las alarmas visibles son del tipo semáforo y cuentan con luces continuas y estroboscópicas. El estado normal de la planta se indica por una luz verde continua y por presencia de fuego se activa la luz roja y se desactiva la luz verde, por baja concentración de mezclas explosivas se activa la luz ámbar y se desactiva la luz verde, y por alta concentración de mezclas explosivas se activa la luz roja y se desactiva la luz verde.

La filosofía de operación de los detectores de gas es que al detectarse una concentración de 15% volumen del L.E.L. se activa la alarma visible en color ámbar, al detectarse una concentración de 25% volumen del L.E.L. se activa la alarma visible en color rojo y la alarma sonora y se mandan abrir las válvulas de diluvio de los monitores 1, 2, 3 y 4, se cierran las válvulas internas de cada recipiente de almacenamiento y se mandan parar los compresores.

La filosofía de operación de los detectores de fuego es que al detectarse un incendio se activa la alarma visible en color rojo y la alarma sonora y se mandan abrir las válvulas de diluvio de los monitores 1, 2, 3 y 4, se cierran las válvulas internas de cada recipiente de almacenamiento y se mandan parar los compresores.

Los detectores de fuego y gas se localizan en los siguientes puntos:

Área de almacén modulo 1.

- 2 detectores de fuego en cada recipiente de almacenamiento (T1, T2, T3 y T4) localizados en cada extremo (8 en total).
- 2 detectores de gas en cada recipiente de almacenamiento (T1, T2, T3 y T4) localizados en cada extremo (8 en total).

Área de bombas de suministro de gas LP a autotanques.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 49 de 218
---	---	--

- 2 detectores de fuego en cada extremo.
- 2 detectores de gas en cada extremo.

Área de llenado de autotanques.

- 1 detector de fuego en cada isla de llenado (8 en total).
- 1 detector de gas en cada isla de llenado (8 en total).

Área de almacén modulo 2.

- 2 detectores de fuego en cada recipiente de almacenamiento (T5, T6, T7 y T8) localizados en cada extremo (8 en total).
- 2 detectores de gas en cada recipiente de almacenamiento (T5, T6, T7 y T8) localizados en cada extremo (8 en total).

Área de almacén modulo 3.

- 2 detectores de fuego en cada recipiente de almacenamiento (T9, T10, T11 y T12) localizados en cada extremo (8 en total).
- 2 detectores de gas en cada recipiente de almacenamiento (T9, T10, T11 y T12) localizados en cada extremo (8 en total).

Área de descarga de carrotanques.

- 1 detector de fuego en cada compresor (5 en total).
- 1 detector de gas en cada compresor (5 en total).

3.1.3.12. Sistema de paro por emergencia

La planta cuenta con un Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) el cual se encuentra seccionado en 4 áreas: Área de descarga de carrotanques, Área de almacenes, Área de llenado de Autotanques y Cuarto de control y vigilancia.

La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de descarga de carrotanques activa el paro de compresores, cierre de válvulas neumáticas en ambos puentes y activación de alarma visual y sonora en el área.

La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de almacenes activa el cierre de todas las válvulas internas en todos los almacenes y activación de alarma visual y sonora en el área.

La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de llenado de autotanques activa el cierre de todas las válvulas internas en las isletas y la activación de alarma visual y sonora en el área.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 50 de 218
---	---	--

La activación del botón de paro por emergencia en el cuarto de control y el del cuarto de vigilancia para por completo la operación de bombas y compresores y activa alarmas visibles y audibles.

Adicionalmente se cuenta con interruptor general cuya función es la de cortar suministro de energía eléctrica a toda la planta excepto a bombas del Sistema Contra Incendio.

La planta cuenta con botones de paro por emergencia localizados en los siguientes puntos.

- Cuarto de control y vigilancia.
 - 1 botón de paro por emergencia en el cuarto de control.
 - 1 botón de paro por emergencia en la caseta de vigilancia.
 - Área de llenado de autotanques.
 - 1 botón de paro por emergencia en cada isla de llenado de autotanques (8 en total).
 - Área de almacén modulo 2.
 - 1 botón de paro por emergencia en cada esquina del área de almacenes del módulo 2 (4 en total).
 - Área de almacén modulo 3.
 - 1 botón de paro por emergencia en cada esquina del área de almacenes del módulo 3 (4 en total).
 - Área de descarga de carrotanques
 - 1 botón de paro por emergencia en el compresor 1.
 - 1 botón de paro por emergencia en el compresor 2.
 - 1 botón de paro por emergencia en el compresor 3.
 - 1 botón de paro por emergencia en el compresor 4.
 - 1 botón de paro por emergencia en el compresor 5.
 - 1 botón de paro por emergencia en plataforma de descarga de gas LP (6 en total).
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 51 de 218
---	---	--

3.1.3.13. *Rótulos de prevención y pintura*

En el interior de la Planta de Distribución de gas LP se tienen instalados letreros o pictogramas de seguridad visibles en los siguientes lugares:

Rotulo	Pictograma	Lugar
Alarma contra incendio		Interruptores de alarma
Prohibido estacionarse		En puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa.
Prohibido fumar		Zonas de Almacenamiento y Trasiego y en su caso en el patín de recepción
Hidrante		Junto a cada Hidrante
Extintor		Junto a cada extintor
Peligro, gas inflamable		Toma de recepción, toma de suministro y uno por cada lado del tanque de almacenamiento.
Se prohíbe el paso a vehículos o personas no autorizados		Acceso a la planta de distribución, en zona de almacenamiento, circulación, zona de trasiego y en su caso en el patín de recepción.
Se prohíbe encender fuego		Zona de almacenamiento, trasiego y estacionamiento para vehículos de la empresa y en su caso en el patín de recepción.
Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobras	LETRERO	Tomas de recepción y suministro
Código de colores de las tuberías	LETRERO	En la entrada de la planta de distribución y en zona de almacenamiento
Salida de emergencia		En el interior y exterior de la puerta
Ruta de evacuación		Varios lugares

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 52 de 218
---	---	--

Rotulo	Pictograma	Lugar
Velocidad máxima 10 km/h		En la zona de circulación y en la entrada de la Planta de Distribución
Punto de arranque del sistema de agua contra incendio	LETRERO	Junto a los interruptores de cada motor
Válvula de alimentación del sistema de enfriamiento por aspersion de agua	LETRERO	Junto a la válvula
Gabinete de equipo de bombero		Junto al gabinete
Botón de paro de emergencia pulse para operar	LETRERO	Junto a interruptores de paro de emergencia

PINTURA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO:

Los tanques de almacenamiento están pintados 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 tiene 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 de cada tanque.

PINTURA EN TOPES, POSTERS, PROTECCIONES Y TUBERÍAS:

Los muretes de concreto de la zona de protección del área de almacenamiento, suministro y recepción, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la Planta, se tienen pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Todas las tuberías están pintadas con anticorrosivo y después con los colores distintivos señalados por la norma, los cuales son:

- BLANCO las conductoras de gas en fase líquida.
- BLANCO/BANDAS VERDE las que retornan gas en fase líquida a los tanques de almacenamiento.
- AMARILLO las que conducen gas en fase de vapor.
- ROJO las que conducen agua.
- AZUL las que conducen aire o gas inerte.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 53 de 218
---	---	--

- NEGRO para las que conducen líneas eléctricas.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 54 de 218
---	---	--

3.1.4. PROYECTO ELÉCTRICO

3.1.4.1. Subestación eléctrica.

La instalación consta de dos subestaciones. La primera subestación alimenta a 3 tableros, los cuales son: (1) carga de la planta de distribución, (2) carga de oficina y (3) sistema contra incendio inicial de la planta, se señala que cuando arranque el motor de la bomba del sistema contra incendio se desconectará con un contactor a los motores de las bombas y los compresores para Gas, esto con el fin de evitar problemas por trasiego de Gas y asegurar que el transformador trabaje sin sobrecarga, además se contará con interruptores que en caso de emergencia al activarlos cortará la corriente de estos motores.

La segunda subestación se utiliza para alimentar el área de almacenamiento 2 (tanques de almacenamiento de 450,000 l).

3.1.4.2. Demanda total requerida.

Subestación eléctrica 1

Carga clasificada como continua y variable:

Áreas	Carga
Carga de alumbrado perimetral y del tipo a prueba de explosión para zonas de almacenamiento y trasiego a 440 V.	4,835 W
Carga de oficina (contactos, alumbrado, aire acondicionado), a 220/127 V.	17,069 W
Carga de equipo regulado (centro de control), a 220/127 V	3,750 W
1 hidroneumático con motor de 1 C.P., a 440 V	746 W
Total	26,400 W

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	55 de 218

Carga clasificada como continua no simultánea, para fuerza de planta:

Áreas	Carga
2 motores de 50 CP (37,300 W) c/u, para compresores 1 y 2	76,400 W
4 motores de 25 CP (18,650 W) c/u, para bombas de suministro	76,400 W
1 motor de 10 CP (7,460 W), para puerta de entrada	7,460 W
2 motores de 1 CP (746 W), para bombas de recuperación de líquidos	1,492 W
Total	158,152 W

Carga clasificada como continua no simultánea, para sistema contra incendio:

Áreas	Carga
1 motor de 3F de 150 CP, bomba contra incendio	111,900 W
1 motor de 3F de 3 CP para bomba jokey (mantenimiento)	2,238 W
1 alarma contra incendio	100 W
Total	114,238 W

Subestación eléctrica 2

Carga clasificada como continua no simultánea, para sistema contra incendio:

Áreas	Carga
1 motor de 3f de 340 CP de la bomba contra incendio	253,640 W
1 motor de 3F de 3 CP para bomba Jockey (mantenimiento)	2,238 W
1 alarma contra incendio	100 W

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 56 de 218
---	---	--

Áreas	Carga
Total	255,978 W

Ver Plano Eléctrico en el **Anexo A**.

3.1.4.3. *Fuente de alimentación.*

Subestación eléctrica 1

CFE marca el punto de conexión en el poste con línea trifásica de media tensión ubicado a un costado del cuarto eléctrico, las características de esta alimentación son:

Sistema 3f, 13,200 v

Punto de conexión: con corta circuito fusible de 20 A a 15 Kv.

Protección en subestación: con apartarrayos de 12 Kv tipo auto valvular

Para dar energía al interior de la planta se tiene:

Sistema 3f - 4h

Voltaje = 440 V

Segunda subestación:

CFE marca el punto de conexión en el poste con línea trifásica de media tensión ubicado a un costado del domicilio, las características de esta alimentación son:

Sistema 3f, 13,200 V.

Punto de conexión: cuchillas con listón fusible con corta circuito fusible de 30 A a 15 Kv.

Protección en subestación: con apartarrayos de 12 Kv tipo auto valvular

Para dar energía al interior de la planta se tiene:

Sistema 3f - 4h

Voltaje = 440 V

Ver Plano Eléctrico en el **Anexo A**.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 57 de 218
---	---	--

3.1.4.4. Instalación interior.

a) Tablero principal:

Se tiene instalado un centro de control de motores en el tablero. Este tablero está formado por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y contiene los siguientes componentes:

- 1 tablero de alumbrado.
- 4 combinaciones de interruptor de 3 X 70 amps con arrancador a tensión plena para dos bombas de 25 CF.
- 2 combinaciones de interruptor de 3 X 100 amps con arrancador a tensión plena para dos compresores de 50 CF.
- 3 combinaciones de interruptor de 3 X 15 amps con arrancador a tensión plena para dos bombas de 1 CF y un hidroneumático.

b) Alimentación contra incendios:

Dentro del sistema contra incendios se tiene un tablero eléctrico donde se ubica el arrancador del motor de la bomba contra incendio, la bomba Jokey y sus controles, así como alarma sonora.

c) Derivaciones hacia motores:

Las derivaciones de alimentación hacia motores parten directamente desde los arrancadores colocados en el tablero principal. Cada circuito es individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

d) Tipos de motores:

Todos los motores son a prueba de explosión.

e) Control de motores:

Todos los motores se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicados según se indica en el plano. Los conductores de estas botoneras son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior.

3.1.4.5. Áreas peligrosas.

Se consideran áreas peligrosas grupo D clase 1 división 1 y 2 a las superficies contenidas junto a los tanques de almacenamiento y las zonas de trasiego de Gas L.P, de acuerdo con la NOM-001-SEDG-2012.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 58 de 218
---	---	--

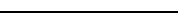
Por lo anterior, en estos espacios solo se usan aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos eléctricos correspondientes.

La extensión de las áreas clasificadas como Clase 1, División 1, serán de por lo menos 10 m a partir de los puntos señalados.

3.1.4.6. Sistema General de conexiones a “tierra”.

Se tiene instalado un sistema general de tierras diseñado para dar como valor máximo 10 ohms, utilizando electrodos tipo varilla copper weld de 16 mm y 3 m de largo existiendo unión entre todos ellos formando un sistema general de tierra física para conectar todos los gabinetes, estructuras de motores, cables para aterrizar vehículos, tanques, bombas para Gas LP y el resto de la instalación eléctrica.

El calibre de los conductores que integrarán la instalación de tierras se eligió de la norma NOM-001-SEDE-2012.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	59 de 218

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso que se lleva a cabo en la planta de distribución de Gas LP consiste en almacenar gas LP en 4 recipientes de 350,000 litros de capacidad cada uno y en 8 recipientes de 450,000 litros de capacidad cada uno, con una capacidad total de 5'000,000 de litros. El gas LP se recibe por medio de carrotanques y para el trasvase a los tanques de almacenamiento se usan 24 tomas de recepción y 4 compresores Corken 890. Para el trasvase del gas LP de los tanques de almacenamiento a los Autotanques se cuenta con 8 tomas de suministro y 4 bombas Blackmer LGL4-VB. Otra operación adicional es la de trasvase de Tanques de Almacenamiento de 450,000 litros a Tanques de Almacenamiento de 350,000 litros y para ello se usan dos compresores Corken 890. Este proceso se realiza por medio de lotes. A continuación, se presenta el diagrama de bloques de la Planta.

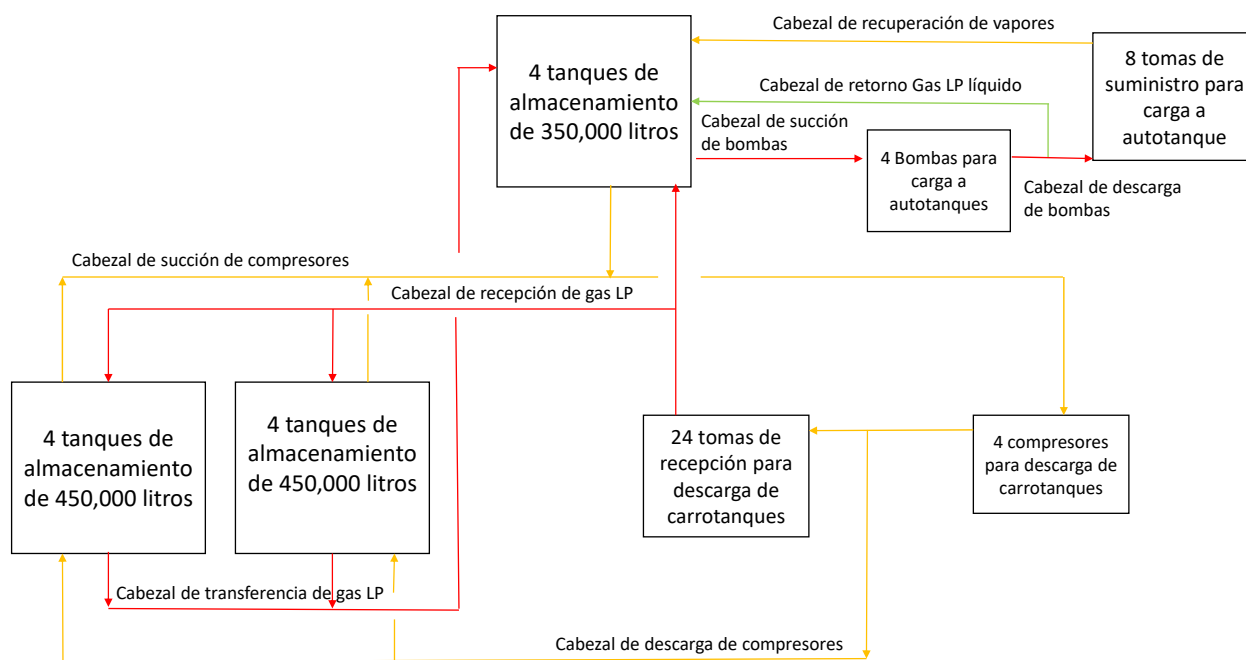


Figura 4-1. Diagrama de bloques de la Planta de Almacenamiento para distribución de gas LP.

El proceso no realiza ninguna transformación de la materia, simplemente es almacenamiento y distribución de Gas LP.

Dentro del proceso no se generan productos ni subproductos, la materia prima que se maneja es el Gas LP.

La cantidad máxima de almacenamiento es de 5'000,000 litros, más sin embargo por cuestiones de seguridad operativa solo se llenarán los recipientes a un 85% de su capacidad, es decir, 4'250,000 litros que

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 60 de 218
---	---	--

equivalen a 2'295,000 kg. De acuerdo con el segundo listado de actividades altamente peligrosas se indica que la cantidad de reporte de gas LP en estado gaseoso es de 50,000 kg. Por lo anterior la cantidad rebasa la cantidad de reporte y se considera actividad altamente riesgosa.

La Hoja de Seguridad del gas LP se muestra en el **Anexo G**.

Las condiciones de operación que se manejarán son las siguientes:

- Temperaturas en los rangos de 17.5°C – 33.3°C.
- Presiones de 7.0 kg/cm² a 14.0 kg/cm².

Presiones de diseño de las mangueras:

- Presión de trabajo 24.61 kg/cm².
- Presión de ruptura 140 kg/cm².

Presiones de diseño de tuberías:

- Presión mínima 24.61 kg/cm².

Presión de trabajo de zonas con accesorios roscados 140 kg/cm².

La tabla 4-1 resume las sustancias peligrosas que se manejan en la Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo.

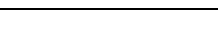
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	61 de 218

Tabla 4-1. Resumen de sustancias peligrosas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m³/hr o Millones de Pies Cúbicos estándar por Día MMPCSD	Concentración	Capacidad Total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en el listado de actividades altamente riesgosas (Ton)
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (Ton/día)	Máxima de transporte (Ton/día)	Máxima de almacenamiento (Ton)		
Gas Licuado de Petróleo	68476-85-7			X	X	X	--	100	--	--	2295.0	Líquido saturado	50

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 62 de 218
---	---	--

4.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

4.2.1. RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO.

La planta de distribución de gas LP cuenta con dos áreas de almacenamiento. El área de almacenamiento No. 1 cuenta con cuatro recipientes cilíndricos horizontales de 350,000 litros de capacidad 100% agua cada uno. El área de almacenamiento No. 2 cuenta con ocho recipientes cilíndricos horizontales de 450,000 litros de capacidad 100% agua cada uno.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con los instrumentos necesarios para monitorear las condiciones de temperatura, presión y nivel del gas LP almacenado. Además, cuentan cada uno con dos válvulas de sobrellenado, válvulas de exceso de flujo en las diferentes líneas de suministro y recepción y válvulas de seguridad.

4.2.2. CABEZAL DE SUCCIÓN DE COMPRESORES No. 1 DE 152 MM DE DIÁMETRO.

Cada uno de los recipientes de almacenamiento de 350,000 litros de capacidad se conecta al cabezal de succión de compresores No. 1 mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 51mm a 152mm. De la misma manera cada uno de los recipientes de almacenamiento de 450,000 litros de capacidad se conecta al cabezal de succión de compresores No. 1 mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 51mm a 152mm.

El cabezal de succión se divide en dos ramales para alimentar a los compresores 2 y 4.

4.2.3. CABEZAL DE SUCCIÓN DE COMPRESORES No. 2 DE 152 MM DE DIÁMETRO.

Cada uno de los recipientes de almacenamiento de 350,000 litros de capacidad se conecta al cabezal de succión de compresores No. 2 mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 51mm a 152mm. De la misma manera cada uno de los recipientes de almacenamiento de 450,000 litros de capacidad se conecta al cabezal de succión de compresores No. 2 mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 51mm a 152mm. El cabezal de succión de compresores No. 2 se interconecta con el cabezal de succión No. 1 mediante una válvula de bola recta.

El cabezal de succión se divide en dos ramales para alimentar a los compresores 1 y 3.

4.2.4. COMPRESORES

Para la descarga del gas LP de los carrotanques se usarán 4 compresores Corken modelo 890 de 50 C.F.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 63 de 218
---	---	--

El compresor es del tipo reciprocante y cuenta con válvula de cuatro vías para realizar las operaciones de descarga y recuperación de vapores, indicadores de presión a la succión y descarga y válvulas de seguridad en la succión y descarga.

La tubería de succión de 76 mm (3") de diámetro cuenta con válvula de bola recta y conector metálico flexible.

La tubería de descarga de 76 mm (3") de diámetro cuenta con conector metálico flexible, válvula de bola recta.

4.2.5. CABEZAL DE DESCARGA DE COMPRESORES No. 1 DE 152 MM DE DIÁMETRO.

El cabezal de descarga de compresores No. 1 recolecta el gas de descarga de los compresores 1 y 3 y se divide en dos ramales de 152mm y cada ramal se divide en tres ramales de 102mm y cada ramal se divide en dos ramales de 51mm para alimentar las bocatomas de gas LP vapor de las tomas de recepción 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12. Este gas sirve como pistón para desalojar el gas LP de los carrotaques.

4.2.6. CABEZAL DE DESCARGA DE COMPRESORES No. 2 DE 152 MM DE DIÁMETRO.

El cabezal de descarga de compresores No. 2 recolecta el gas de los compresores 2 y 4 y se divide en dos ramales de 152mm y cada ramal se divide en tres ramales de 102mm y cada ramal se divide en dos ramales de 51mm para alimentar las bocatomas de gas LP vapor de las tomas de recepción 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24. Este gas sirve como pistón para desalojar el gas LP de los carrotaques.

4.2.7. TOMA DE RECEPCIÓN

Para la descarga de gas LP líquido de carrotaques se cuenta con 24 tomas de recepción. Cada toma de recepción cuenta con una bocatoma para gas LP líquido y con una bocatoma para gas LP vapor.

La bocatoma para gas LP líquido cuenta con válvula de bola recta, indicador visual de flujo tipo no retroceso y dos bocas terminales de gas LP líquido. Cada boca terminal de gas LP líquido cuenta con válvula automática doble no retroceso (pull away valve), manguera, válvula de bola recta y acoplador de llenado para gas líquido.

La bocatoma de gas LP vapor cuenta con válvula de bola recta, válvula de control remoto neumática, válvula automática doble no retroceso (pull away valve), manguera, válvula de bola recta y acoplador de llenado para gas vapor.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 64 de 218
---	---	--

4.2.8. CABEZAL DE RECEPCIÓN DE GAS LP No 1.

Las tomas de recepción 3 y 4, 7 y 8, 11 y 12, 15 y 16, 19 y 20, 23 y 24 se unen de par en par mediante te reductora de 76mm a 152mm en una tubería de 152mm de diámetro y posteriormente esta tubería se interconecta mediante te reductora de 152mm a 203mm al cabezal de recepción de gas LP No. 1.

El cabezal de recepción No. 1 de 203mm de diámetro transporta el gas LP líquido recibido en las tomas de recepción mencionadas, gas LP líquido de los recipientes de almacenamiento de 450,000 litros y el gas LP líquido recuperado en las trampas de los compresores a los recipientes de almacenamiento de 350,000 litros. Los recipientes se conectan al cabezal mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 203mm a 76mm.

El cabezal cuenta con válvulas de globo recta que permiten aislar la zona de almacenamiento de recipientes de 350,000 litros y también puede alimentar gas LP líquido al cabezal No. 2.

4.2.9. CABEZAL DE RECEPCIÓN DE GAS LP No 2.

Las tomas de recepción 1 y 2, 5 y 6, 9 y 10, 13 y 14, 17 y 18, 21 y 22 se unen de par en par mediante te reductora de 76mm a 152mm en una tubería de 152mm de diámetro y posteriormente esta tubería se interconecta mediante te reductora de 152mm a 203mm al cabezal de recepción de gas LP No. 2.

El cabezal de recepción No. 2 de 203mm de diámetro transporta el gas LP líquido recibido en las tomas de recepción mencionadas a los recipientes de almacenamiento de 350,000 litros y 450,000 litros. Los recipientes se conectan al cabezal mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 203mm a 76mm.

El cabezal cuenta con válvulas de globo recta que permiten aislar la zona de almacenamiento de recipientes de 350,000 litros o la zona de almacenamiento de recipientes de 450,000 litros y también puede alimentar gas LP líquido al cabezal de recepción No. 1.

4.2.10. CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS DE SUMINISTRO No. 1 DE 203 MM DE DIÁMETRO.

Cada uno de los tanques de almacenamiento de 350,000 litros de capacidad se conecta al cabezal de succión de bombas de suministro No. 1 mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 76mm a 203mm. El cabezal de succión cuenta con cuatro ramales de 102mm de diámetro para suministrar gas LP líquido a cada una de las bombas. Cada ramal cuenta con válvula de bola recta y se conecta al cabezal mediante te reductora de 102mm a 203mm. Adicionalmente el cabezal cuenta con válvulas de bola recta para aislar los recipientes de almacenamiento y válvulas de relevo hidrostática.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 65 de 218
---	---	--

4.2.11. CABEZAL DE SUCCIÓN DE BOMBAS DE SUMINISTRO NO. 2 DE 203 MM DE DIÁMETRO.

Cada uno de los tanques de almacenamiento de 350,000 litros de capacidad se conecta al cabezal de succión de bombas de suministro No. 2 mediante válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, conector flexible y te reductora de 76mm a 203 mm. El cabezal de succión cuenta con cuatro ramales de 102mm de diámetro para suministrar gas LP líquido a cada una de las bombas. Cada ramal cuenta con válvula de bola recta y se conecta al cabezal mediante te reductora de 102mm a 203mm. Adicionalmente el cabezal cuenta con válvulas de bola recta para aislar los recipientes de almacenamiento y válvulas de relevo hidrostática.

Con los arreglos de válvulas se permite tener flexibilidad operativa para elegir cualquiera de los 4 recipientes para alimentar a uno u otro cabezal. Y también se puede elegir cual cabezal alimentara a cada bomba de suministro.

4.2.12. BOMBAS DE SUMINISTRO DE GAS LP LÍQUIDO.

Para el suministro de gas LP líquido para el llenado de autotanques se cuenta con cuatro bombas de la marca Blackmer modelo LGL4-VB. A la succión de cada bomba se cuenta con válvula de bola recta, un filtro de paso de 102mm y un conector flexible, a la descarga se cuenta con válvula de bola recta, indicador visual de flujo tipo no retroceso y válvula automática de retorno. La tubería de descarga se conecta al cabezal de descarga de 203mm mediante te reductora de 102mm a 203mm.

4.2.13. CABEZAL DE DESCARGA DE BOMBAS DE SUMINISTRO DE 203 MM DE DIÁMETRO.

Cada una de las bombas de suministro se conecta al cabezal de descarga de 203mm. El cabezal cuenta en su parte media con una válvula de bola recta que permite derivar el flujo de las bombas 1 y 2 hacia el cabezal de suministro No. 1 de 152mm y de las bombas 3 y 4 hacia el cabezal de suministro No. 2 de 152mm.

4.2.14. CABEZAL DE SUMINISTRO NO. 1 DE 152 MM DE DIÁMETRO.

El cabezal de suministro No. 1 transporta gas LP del cabezal de descarga a las tomas de suministro 1, 2, 5 y 6. Las derivaciones a las tomas de suministro son de 51mm de diámetro. El cabezal se interconecta mediante válvula de bola recta con el cabezal de retorno de gas LP líquido de 76mm.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 66 de 218
---	---	--

4.2.15. CABEZAL DE SUMINISTRO NO. 2 DE 152 MM DE DIÁMETRO.

El cabezal de suministro No. 2 transporta gas LP del cabezal de descarga a las tomas de suministro 3, 4, 7 y 8. Las derivaciones a las tomas de suministro son de 51mm de diámetro. El cabezal se interconecta mediante válvula de bola recta con el cabezal de retorno de gas LP líquido de 76mm.

4.2.16. TOMAS DE SUMINISTRO

Para la carga de gas LP líquido a autotankers se cuenta con ocho tomas de suministro. Cada toma de suministro cuenta con una bocatoma para gas LP líquido y con una bocatoma para gas LP vapor.

En cada bocatoma para gas LP líquido se cuenta con válvula de bola recta, conector flexible, medidor volumétrico, válvula de relevo hidrostática, doble válvula de bola recta, válvula de relevo hidrostática, válvula automática doble no retroceso (pull away valve), manguera, válvula de bola recta y acoplador de llenado para gas líquido.

En cada bocatoma de gas-vapor se cuenta con válvula automática doble no retroceso (pull away valve), manguera, válvula de bola recta y acoplador de llenado para gas líquido. Las bocatomas de gas LP vapor de las tomas de suministro 1 y 3 se unen en una tubería de 51mm seguidas de una válvula de control remoto neumática, válvula de globo recta. De la misma manera las bocatomas de gas LP de las tomas de suministro 2 y 4, 5 y 7, 6 y 8.

4.2.17. CABEZAL DE RETORNO DE GAS LP VAPOR DE 76 MM DE DIÁMETRO.

Este cabezal transporta el gas LP vapor de las tomas de suministro a los recipientes de almacenamiento de 350,000 litros. Este cabezal se divide en dos ramales de 51mm y cada ramal se divide en otros dos ramales para retornar el gas LP vapor de manera independiente a cada tanque de almacenamiento. La tubería se interconecta al recipiente de almacenamiento mediante conector flexible, válvula de globo recta y válvula de exceso de flujo.

4.2.18. CABEZAL DE RETORNO DE GAS LP LÍQUIDO DE 76 MM DE DIÁMETRO.

Este cabezal transporta el gas LP líquido resultado de la operación de las válvulas automáticas de retorno a los recipientes de almacenamiento de 350,000 litros. Este cabezal se divide en dos ramales de 51mm y cada ramal se divide en otros dos ramales para retornar el gas LP líquido de manera independiente a cada tanque de almacenamiento. La tubería se interconecta al recipiente de almacenamiento mediante conector flexible, válvula de globo recta y válvula de exceso de flujo. El cabezal en su extremo cuenta con brida ciega.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 67 de 218
---	---	--

4.2.19. OPERACIÓN DE RECEPCIÓN DE PRODUCTO POR CARRO TANQUE

Este procedimiento contiene la información necesaria, segura y más eficiente para establecer los requerimientos mínimos para llevar a cabo la operación de Descarga de los Carros Tanques. Todos los operadores que desempeñan esta actividad deben de realizar y respetar las prácticas señaladas a continuación, esto con el fin de asegurar una operación estándar y evitar accidentes.

Un Carro Tanque es una unidad ferroviaria usada para el transporte de líquidos, gases licuados o gases comprimidos y sólidos que se licuan antes de descargarse. Poseen cierre hermético. Cuentan con un conjunto de válvulas en la parte superior (Domo).

El proceso de Recuperación de Gas L.P. Líquido consiste en llevar vapor comprimido de los almacenes, con la ayuda de un compresor, hacia el interior del Carro Tanque, con la finalidad de transferir todo el producto hacia los almacenes.

1. Antes de comenzar la operación, llevar a cabo una junta de seguridad con todo el personal involucrado, y realizar un análisis de riesgo en el trabajo (ART).
2. Verificar que todos los Carros Tanques estén perfectamente inmóviles y bloqueados, que tengan colocados su freno y calza de riel.
3. Verificar con el supervisor cuantos Carros Tanques se descargarán, de que torre y sus posiciones en las vías del área de descarga. Además, se debe de validar el patio con el supervisor para que de esta manera se tenga la certeza del estatus de cada uno de los Carros Tanques en las vías.
4. Una vez que el operador verificó con el supervisor en turno, cuales Carros Tanques se descargarán y sus posiciones, el operador, en conjunto con la persona encargada de liberar las vías, procederán a la apertura de los domos, para que de esta manera se revisen las condiciones de las válvulas, esto con el fin de asegurar que ninguna de ellas cuente con alguna falla. La persona designada para la liberación de las vías junto con el operador revisará válvula por válvula para verificar que estén correctamente cerradas y que no presenten algún tipo de falla que coloque la operación en riesgo, si este fuera el caso, todas y cada una de las observaciones se colocarán en el checklist de descarga indicando cual o cuales fueron las válvulas que se encuentran en malas condiciones y se indicará en el diagrama correspondiente. Posteriormente se le avisará al supervisor en turno de cualquier anomalía, para que se tomen las medidas correspondientes y acciones necesarias para la descarga del Carro Tanque, o si fuera el caso, no realizar la descarga.
5. Tomar el nivel de vacío de los Carros Tanques, el cual indica la cantidad de líquido que contienen. Este paso consiste en retirar el capuchón de protección del centro del domo, debajo de este se encuentra la varilla de medición, calibrada en pulgadas. Esta se levanta al tope y se suelta, en donde

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 68 de 218

la varilla se detenga se toma el dato de pulgadas de gas propano y/o butano anotando el valor leído en la hoja de control de descarga.

6. Tomar la temperatura del producto. Para esta operación se desenrosca la tapa de protección que tiene el termo pozo, se introduce el termómetro, se deja reposar de 5 a 10 segundos, se retira e inmediatamente se toma la lectura del valor obtenido y se apunta en la hoja de control de descarga. Una vez realizado esto, se vuelve a colocar la tapa de protección del termo pozo.
7. Colocar las tierras físicas en cada uno de los Carros Tanques que se descargarán.
8. Se instala el medidor de presión (manómetro) en la línea de muestreo, la cual se identifica ya que cuenta con una pequeña válvula de $\frac{1}{2}$ ". Es necesario conocer la presión con la cual se recibe el Carro Tanque. Se verifica que la válvula de muestreo se encuentre cerrada, que el tapón se encuentre correctamente colocado y que no exista ninguna fuga. Asegurándose de todo lo anterior, se procede a retirar el tapón de la válvula lentamente observando que no presente fuga, si esto ocurriera, se le debe de notificar al supervisor en turno inmediatamente. Verificando que la válvula no presenta fuga, se retira el tapón y se coloca el manómetro, en este punto se debe de verificar que la conexión se encuentre en buenas condiciones para la colocación del manómetro. Se coloca la presión leída en la hoja de control de descarga y se continúa monitoreando la presión del Carro Tanque durante todo el proceso de Descarga.
9. Se colocan las válvulas de cerrado de emergencia Snappy Joe en las válvulas del domo de los Carros Tanques. Primeramente, se verifica que cada una de las válvulas de los Carros Tanques se encuentre cerradas y no presenten algún tipo de fuga, si este fuera el caso, reportar inmediatamente con el supervisor en turno. Verificando que las válvulas se encuentren cerradas y en buenas condiciones, se procede a retirar los tapones de cada una de ellas. Se colocan las válvulas Snappy Joe, las cuales consisten en un tubo roscado, el cual se acopla en las válvulas de los Carros Tanques, y por el otro extremo se encuentra el cople Snappy Joe, que tiene una rosca de bronce que permite la unión con la tuerca de bronce que se encuentra instalada en las mangueras de recuperación, ya sea de líquido o vapor.
 - 9.1. La manera para identificar el tipo de válvula Snappy Joe de acuerdo con el proceso es la siguiente: las válvulas de color amarillo se utilizarán en procesos de vapor y las blancas serán para procesos de líquidos.
 - 9.2. Siempre colocar teflón en el extremo roscado de la válvula, para evitar daños. Asegurarse de que el teflón se coloque en dirección contraria al sentido de la rosca, y colocar un promedio de 6 o 7 vueltas, siempre procurando cubrir la parte superior de la rosca, la cual hará el sello al momento de apretar.
 - 9.3. Se identifican las posiciones de las válvulas Snappy Joe. Las dos válvulas del Carro Tanque que se encuentran en una posición longitudinal respecto al Carro Tanque o a las

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 69 de 218

vías, corresponden a las líneas de líquido, la válvula que se encuentra en posición perpendicular a estas dos corresponde a la línea de vapor.

- 9.4. Ya instaladas todas las válvulas Snappy Joe, se procede a colocar sus mangueras de suministro de aire.
- 9.5. Para verificar que no exista ningún tipo de fuga, se abrirán solo un poco las válvulas de los Carros Tanques lenta y cuidadosamente, de tal manera de presurizar el tramo desde la válvula del Carro tanque hasta la válvula Snappy Joe, una vez realizado esto, utilizar el rociador para observar que el sistema se encuentra libre de fugas, (utilizar el jabón adecuado para este tipo de operación, esto con el fin de evitar alguna reacción con el gas). Verificando que el sistema se encuentra completamente hermético, se procede a cerrar las válvulas de los Carro Tanques que fueron abiertas.
10. Una vez colocadas todas las válvulas Snappy Joe y con el suministro de aire correspondiente, se colocan las mangueras para la extracción de gas LP líquido e inyección de gas LP vapor, perfectamente identificadas con su color y en la posición correcta.

Nota. Hasta este paso no se abren ninguna válvula, ni se acciona ningún sistema, solo es revisión de puntos de seguridad, realizar conexiones y toma de datos.

11. Verificados los puntos anteriores se procede a realizar los movimientos adecuados y necesarios en el compresor para realizar la extracción del líquido.
 - 11.1. Se verifica que la purga y las válvulas del compresor se encuentren cerradas.
 - 11.2. Abrir la válvula de entrada o succión hacia el compresor, y de igual manera, abrir la válvula de salida o descarga de vapor del compresor hacia los Carros Tanques.
12. Verificar que el compresor este en modo remoto y notificar a Cuarto de Control la operación que se realizará, en este caso, la descarga de gas de los compresores. En este punto del proceso aún no se enciende el compresor.
13. Regresar al Carro Tanque y verificar los siguientes pasos para iniciar con la descarga de gas.
 - 13.1. Se procede a abrir las válvulas neumáticas de aire para que las válvulas Snappy Joe abran su sello.
 - 13.2. Abrir lentamente las válvulas de los Carros Tanques, solo las que se utilizarán en esta parte del proceso.
 - 13.3. Abrir las válvulas de las mangueras de vapor y líquido.
14. Se procede a abrir la válvula manual de vapor, que es la que se encuentra en el tubo de color amarillo que viene del compresor y que se encuentra antes de llegar a las mangueras que se conectan al Carro Tanque. Esta válvula se abrirá muy lentamente, realizando esta acción, se empieza a descargar gas líquido, siempre y cuando el Carro Tanque tenga más presión que el almacén. En la

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 70 de 218
---	---	--

mirilla (ojo de buey) se observará como se abre la propela y empezará a fluir el gas en su estado líquido.

15. Se verifica que todo esté en orden, que no existan ningún tipo de fuga y que todas las válvulas estén correctamente abiertas y/o cerradas, dependiendo del proceso que se está llevando a cabo. Si toda la operación es correcta, en este momento se pide a Cuarto de Control que encienda el compresor.

Nota. Un compresor debe de trabajar con 2 o 3 Carros Tanques para no presurizar a uno de los Carro Tanque. Se puede dar el caso de que 1 o 2 Carros Tanques estén vacíos y el otro lleno, en este caso el compresor se parará al alcanzar una presión de descarga de 16 kg/cm².

16. En el caso de que se bloqueen alguna de las válvulas de proceso, se tendrán que cerrar las válvulas del Carro Tanque, en el cual se haya presentado el problema. Se volverán a abrir las válvulas lentamente, siguiendo nuevamente los pasos 12 y 13 para lograr desbloquearlas, esta acción se puede realizar sin necesidad de parar el compresor, ya que la presión que se está ejerciendo se dirigirá hacia los otros Carros Tanques que se están descargando.
17. Para dar por finalizado el proceso de descarga de los Carros Tanques, es necesario que se verifique que cada uno de ellos haya finalizado la descarga total de líquido, esto se debe de hacer sin cerrar válvulas, por el motivo mencionado en la nota anterior. Una vez que se confirma que todos los Carros Tanques han sido descargados por completo, se le informa a Cuarto Control y se le da la indicación de apagar el compresor.

Ref: InterSim S.A. de C.V., Procedimiento Operacional de Recuperación de Gas L.P. Líquido, Descarga de Carro Tanques, Rev. A, Julio 2017.

4.2.20. OPERACIÓN DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE CARRO TANQUE

Este procedimiento contiene la información necesaria, segura y más eficiente para establecer los requerimientos mínimos para llevar a cabo la operación de Recuperación de Vapor. Todos los operadores que desempeñan esta actividad deben de realizar y respetar las prácticas señaladas a continuación, esto con el fin de asegurar una operación estándar y evitar accidentes.

Debido a que el vapor comprimido por el compresor es parte del inventario de los almacenes, se necesita recuperar la mayor cantidad de vapor, razón por la cual se dejará un mínimo de presión en los Carro Tanques de 2 kg/cm² a 3 kg/cm².

Operación

1. Una vez acabada la descarga de líquido en los Carro Tanques, y que el Compresor se encuentre apagado, el primer paso para el inicio de la recuperación de vapor es cerrar las válvulas de líquido, primeramente, las del Carro Tanque y después las de las mangueras.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 71 de 218
---	---	--

2. El siguiente paso es dirigirse hacia el compresor y realizar los cambios necesarios en las válvulas de este, para poder proceder con la recuperación de vapor. Para esto se debe de cerrar la válvula principal que viene de los almacenes, y posteriormente se abrirá la válvula que permite el retorno del vapor por la línea de líquido hasta los almacenes.
 3. Se le informa a Cuarto de Control, que se iniciará con la Recuperación de Vapor, se le indica que ya se realizaron los movimientos en las válvulas del Compresor, y se pide el cambio de modo del mismo, para que, de esta manera, se pueda recuperar vapor, en lugar de líquido.
 4. Se verifica que las válvulas de entrada de líquido de los Carro Tanques y de las mangueras se encuentren cerradas y que la alineación de las válvulas del compresor sea la adecuada, una vez, realizado esto, se pide a Cuarto de Control encender el Compresor.
 5. Ya iniciada la Recuperación de Vapor, se procede a desconectar las mangueras y las válvulas Snappy Joe, de la entrada de líquido en el Carro Tanque de la siguiente manera:
 - 5.1. Desfogar la presión que se encuentra en la válvula Snappy Joe, la cual tiene una pequeña válvula de purga roscada.
 - 5.2. Retirar las mangueras de líquido de las válvulas Snappy Joe.
 - 5.3. Retirar las mangueras de alimentación de aire de las válvulas Snappy Joe.
 - 5.4. Retirar cuidadosamente las válvulas Snappy Joe de las válvulas de entrada del Carro Tanque.
 - 5.5. Colocar los tapones con teflón cuidadosamente en las válvulas de entrada del Carro Tanque.
 - 5.6. Retirar el teflón sobrante que quedo en las válvulas Snappy Joe y colocar en su lugar.
 - 5.7. Colocar las mangueras de líquido en su posición.
 6. Se monitorea la presión en el manómetro del Carro Tanque. Cuando se encuentre en el rango de 2.0 kg/cm² - 3.0 kg/cm², se podrá cerrar la válvula de vapor del Carro Tanque que ya finalizó completamente la recuperación. Antes de cerrar la válvula de vapor del último Carro Tanque que se esté recuperando, y que ya haya llegado al rango establecido de presión, se le informará a cuarto de Control y se le indicará que apague el Compresor.
 7. Una vez que se haya finalizado con la Recuperación de Vapor, se procederá a desconectar las mangueras de vapor y retirar las válvulas Snappy Joe de las válvulas de los Carro Tanques de la siguiente manera:
 - 7.1. Desfogar la presión que se encuentra en la válvula Snappy Joe, la cual tiene una pequeña válvula de purga roscada.
 - 7.2. Retirar la manguera de vapor de la válvula Snappy Joe.
 - 7.3. Retirar la manguera de alimentación de aire de la válvula Snappy Joe.
 - 7.4. Retirar cuidadosamente la válvula Snappy Joe de la válvula del Carro Tanque.
 - 7.5. Colocar el tapón con teflón cuidadosamente en la válvula del Carro Tanque.
 - 7.6. Retirar el teflón sobrante que quedo en la válvula Snappy Joe y colocar en su lugar.
 - 7.7. Colocar la manguera de vapor en su posición.
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 72 de 218
---	---	--

- 7.8. Cerrar válvula de muestro y retirar cuidadosamente el manómetro.
- 7.9. Colocar el tapón con teflón cuidadosamente en la válvula de muestreo.
8. Verificar que todas las válvulas del Carro Tanque se encuentren correctamente cerradas y que sus tapones se encuentren correctamente colocados, y que no presenten ningún tipo de fuga y/o falla.
9. Retirar los caimanes de las tierras físicas.
10. Se procede a tomar evidencia fotográfica de las condiciones en las cuales se están entregando las válvulas en el domo del Carro Tanque, anotando el número de identificación del Carro Tanque, para que aparezca en las fotografías.
11. Verificando que todo está en correcto orden y no hay más objetos y/o herramienta dentro del domo, se procede a cerrar y a colocar su sello.
12. Se procede a tomar nuevamente evidencia fotográfica una vez que el domo se encuentra cerrado y sellado. Y de igual manera, se coloca el número de identificación del Carro Tanque.
13. Finalizado todo el proceso de Recuperación de Vapor, si el compresor ya no se usará más, se tendrán que cerrar las válvulas del compresor y se procederá a purgarlo, para evitar la condensación del gas en las líneas del compresor.

Ref: InterSim S.A. de C.V., Procedimiento Operacional de Recuperación de Gas L.P. Líquido, Recuperación de Vapor y/o Disminución de Presión, Rev. A, Julio 2017.

4.2.21. OPERACIÓN DE LLENADO DE AUTOTANQUES

Este procedimiento contiene la información necesaria, segura y más eficiente para establecer los requerimientos mínimos para llevar a cabo la operación de Carga de Auto Tanques. Todos los operadores que desempeñan esta actividad deben de realizar y respetar las prácticas señaladas a continuación, esto con el fin de asegurar una operación estándar y evitar accidentes.

Un Auto Tanque es una unidad vehicular, tipo tanque, de especificaciones especiales destinado para el transporte de materiales y residuos peligrosos, en forma líquida o de gas principalmente, incluye accesorios, refuerzos, herrajes y cierres. Está unido permanentemente o forma parte de un vehículo motorizado o no está unido permanentemente, pero que, por su tamaño, construcción o unión a un vehículo motorizado, se puede cargar o descargar separado o no de un vehículo motorizado.

El proceso de Carga de Gas L.P. hacia los Auto Tanques, consiste en llevar el Gas L.P. en estado líquido desde los almacenes, con la ayuda de una bomba, hacia el interior de los Auto Tanques.

Operación

1. Antes de comenzar la operación, llevar a cabo una junta de seguridad con todo el personal involucrado, y realizar un análisis de riesgo en el trabajo (ART).

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 73 de 218
---	---	--

2. Indicar al operador del Auto Tanque la posición en la cual se colocará y que estacione de manera correcta la unidad en el área de llenado, de tal manera que permita la realizar operaciones libremente.
3. Una vez detenida y estacionada la unidad, el chofer deberá de entregar las llaves al operador de carga y colocar las calzas (Chock Blocks) en las llantas.
4. Verificando que se cumplan las condiciones anteriores y verificando que no se encuentre nadie en la unidad, se procede a dar inicio con el proceso de carga.
5. Se toman los datos del Auto Tanque que se cargará en la hoja de control, en la cual se registran los datos generales, para llevar el control de la carga.
6. Se colocan las tierras físicas en los dos Auto Tanques.
7. Se instala la manguera de Gas L.P. en la válvula llenadora del Auto Tanque, de igual manera, se coloca la manguera de Vapor en la válvula de desfogue de vapor. Hasta este punto aún no se abren ni se manipula ninguna válvula, tanto del Auto Tanque, como de las mangueras.
8. Verificando todas las conexiones, se le indicará a Cuarto de Control, quien previamente habrá programado la carga correspondiente para el Auto Tanque, que todo está listo para iniciar la operación. Esto permitirá que el operador pueda abrir las válvulas neumáticas, las cuales permiten el flujo de Gas L.P. hacia los Auto Tanques. Cuando la válvula ya pueda ser accionada, se verá reflejada en la botonera de control manual, una luz de color verde encendiendo y apagando.
9. Se procede a abrir la válvula neumática, presionando el botón verde de la botonera de control manual.
10. Se abre lenta y cuidadosamente la válvula manual, que se encuentra a un lado de la válvula neumática
11. Se abre el retorno de líquido. Esta acción permitirá regular la presión que estará entrando al Auto Tanque al momento de accionar la bomba.
12. El siguiente paso es abrir lentamente la válvula de carga del Auto Tanque, observando el medidor de flujo másico, sin que exceda el valor de 350 litros/min a 450 litros/min, esto para prevenir un exceso de presión de 16.5 kg/cm² y que se activen las válvulas de relevo hidrostáticas.
13. La válvula de desfogue de vapor del Auto Tanque se abrirá una vez que el Auto Tanque tenga una presión mayor de 7 kg/cm², esto para prevenir que se represione el Auto Tanque, y pueda ocurrir algún bloqueo en alguna de sus válvulas. Esta acción permite que la presión pueda regresar a los almacenes y exista una entrada más libre de Gas L.P. hacia el Auto Tanque.
14. En este punto el Gas L.P. en su estado líquido podrá entrar al Auto Tanque sin necesidad de utilizar la bomba, debido a que los almacenes contienen una presión mayor que los Auto Tanques, motivo por el cual, la bomba se encenderá hasta que la presión del almacén disminuya lo suficiente y no permita el flujo de Gas L.P. en este momento se le solicitará a Cuarto de Control que encienda la bomba para poder continuar el con el proceso de carga.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 74 de 218

15. Una vez encendida la bomba, se tendrá que controlar el caudal del flujo de Gas L.P. con la válvula de retorno que se mencionó en el punto 11, siempre cuidando que el flujo se mantenga por debajo de los 600 litros/min.
16. En esta parte del proceso se espera a que el Auto Tanque sea cargado al 90%, ya sea que llegue a ese nivel, con el lote programado desde Cuarto de Control o que el Magnatel lo indique.

Nota. Si el proceso está programado como automático, la bomba se detendrá al lote programado, según la capacidad del Auto Tanque. En caso de que el Magnatel del Auto Tanque llegará a marcar el 90% de la capacidad de llenado y las bombas siguen en operación, el operador de llenado deberá detener manualmente la operación, siempre teniendo cuidado ya que, si el retorno de gas está cerrado, mandará todo el flujo hacia un solo Auto Tanque, lo que provocará que se releven las válvulas de seguridad, por lo que se recomienda:

- Antes de parar el llenado de uno de los Auto Tanques, verificar que el retorno se encuentre completamente abierto, si no lo está abrir en este momento. Esto puede ocurrir, ya que en la búsqueda del flujo óptimo como se mencionó en el punto 15, se pudo haber cerrado por completo o parcialmente.
 - Se detiene el llenado del Auto Tanque, el cual ya llegó al 90% de su capacidad.
 - Ya cerrado el llenado del Auto Tanque que alcanzó el 90%, se empieza a controlar el flujo con la válvula de retorno, para que el llenado del Auto Tanque restante esté en el flujo óptimo.
17. Una vez que los Auto Tanques se han cargado por completo, esto quiere decir, que han llegado al 90% de su capacidad, se procederá a cerrar todas las válvulas que se abrieron para el llenado del Auto Tanque. Si la carga finalizó de manera automática, la válvula neumática de flujo principal se cerrará al momento de llegar al 90%, si no fue así, el operador de llenado, al momento de ver que el Auto Tanque llegó al 90% de su capacidad, detendrá el llenado, esta acción cerrará la válvula neumática de flujo principal. Posteriormente cerrará la válvula manual de flujo principal y por último cerrará las válvulas en las mangueras.
 18. Se le informa a Cuarto de Control que ha finalizado el llenado del Auto Tanque y en este punto, se da la indicación de apagar la Bomba correspondiente.
 19. Verificando que todas las válvulas del Auto Tanque se encuentran completamente cerradas, se procede a realizar el desfogue, para posteriormente poder retirar las mangueras. La apertura de la válvula de desfogue se debe de realizar lenta y cuidadosamente, para evitar la formación de nubes de gases en el área de trabajo, además de que en todo momento se debe de estar pendiente de esta acción. Evitar realizar cualquier otra actividad mientras se encuentra realizando el desfogue.
 20. Una vez concluido el desfogue, y verificando que no existe presión, se procede a retirar las mangueras del Auto Tanque. Una vez retiradas las mangueras, se deben de colocar cuidadosamente, tratando de no dañar ninguna de sus válvulas, en su posición correcta sobre las

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 75 de 218
---	---	--

isletas y colocándolas de tal manera que el Auto Tanque, al momento de iniciar su movimiento no pueda provocarles algún tipo de daño por aplastamiento.

21. Se colocan los datos de salida del Auto Tanque recién cargado en la hoja de Control.
22. Se retiran los caimanes de las tierras físicas, y se verifica que el operador de la unidad retire las calzas colocadas. Una vez revisado esto, se regresan las llaves al operador.
23. Si todo está correcto y no existe ningún problema, el operador de llenado podrá dar salida a la unidad.

Ref: InterSim S.A. de C.V., Procedimiento Operacional Carga de Gas L.P. Líquido, Carga de Autotanques, Rev. A, Julio 2017.

4.2.22. OPERACIÓN DE TRASVASE DE GAS LP LÍQUIDO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 450,000 LITROS A TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 350,000 LITROS.

Para trasvasar el gas LP de los tanques de almacenamiento de 450,000 litros a los tanques de almacenamiento de 350,000 litros se sigue el siguiente procedimiento:

- Se selecciona el tanque de almacenamiento de 450,000 litros.
- Se alinea el tanque de 450,000 litros al cabezal de recepción No. 2.
- Se alinea uno de los tanques de almacenamiento de 350,000 litros.
- Se inicia el trasvase hasta que los tanques igualen su presión.
- Se alinea uno de los compresores Corken No. 4 o No. 2.
- Se enciende el compresor.
- Se inicia el trasvase de gas LP hasta que se alcance el 85% del nivel del tanque de almacenamiento de 350,000 litros.
- Se para el compresor.
- Se cierran las válvulas manuales correspondientes.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 76 de 218

5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

La planta de almacenamiento y distribución de gas LP se localiza en el Parque industrial Ferropuertos Laguna a las orillas de la mancha urbano de la Ciudad de Torreón a una distancia aproximada de 2 km.

El predio cuenta con terrenos con una superficie aproximada de 85,605.75 m², la superficie que ocupa la planta es de 34,607.38 m².

En un radio de 500m, el uso de suelo es de tipo industrial y no se localizan asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica y cuerpos de agua, ver figura 5-1.

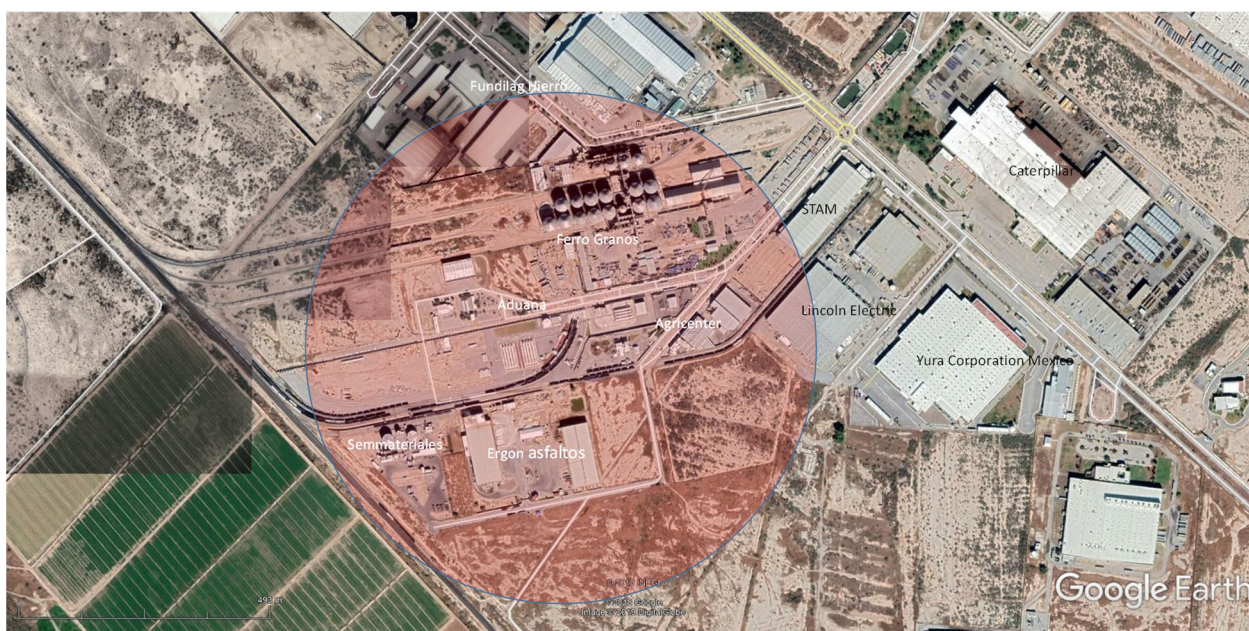


Figura 5-1. Localización de la Planta de Distribución de gas LP.

Colindancias:

Las colindancias de la empresa son las siguientes:

- Al norte: Ferro Granos México S.A. de C.V. y Aduana Torreón.
- Al sur: Ergon Asfaltos Torreón.
- Al este: SIMSA Alimentos, y la empresa Agricenter Zevilla S.A. de C.V.
- Al oeste: Terreno sin actividad.

La principal vialidad para acceder al sitio del proyecto es por el Boulevard Ferropuertos, rodeando por la glorieta localizada al frente del parque industrial y tomar la derecha para llegar al Boulevard Del Desierto, es ahí donde se hace escuadra con el sitio del proyecto.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 77 de 218
---	---	--

5.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

5.1.1. CLIMA

La zona donde se encuentra ubicado Torreón es una de las más secas y calientes de México, por encontrarse en el corazón del Bolsón de Mapimí, prácticamente todo el territorio municipal registra un clima clasificado como Muy seco semicálido, con la excepción de un pequeño sector localizado en las elevaciones de la Sierra de Jimulco en la que el clima es considerado Seco templado; todo el municipio registra una temperatura media anual de 22 °C, únicamente el extremo sur del territorio tiene un promedio de 18 a 20 °C; la precipitación promedio anual de todo el sector sur del municipio, y de una parte del sector norte es de 200 a 300 mm, mientras que la del resto del sector norte es inferior a 200 mm, considerada la más baja del estado de Coahuila.

5.1.2. TEMPERATURA

La temporada calurosa dura 4,2 meses, del 22 de abril al 28 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 33 °C. La temporada fresca dura del 26 de noviembre al 7 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C.

Tabla 5-1. Temperatura media de Torreón, Coahuila.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temperatura máxima anual °C	22.3	25.3	26.0	32.5	35.3	35.4	34.3	33.7	31.8	29.5	26.1	22.8
Temperatura mínima anual °C	6.8	8.6	11.9	15.6	19.0	20.8	20.5	20.3	18.6	15.2	10.3	7.4

<https://www.weather-mx.com/es/mexico/torreon-clima>

Tabla 5-2. Temperatura promedio anual de Torreón, Coahuila.

Temperatura	°C
Temperatura máxima promedio anual	29.5
Temperatura mínima promedio anual	14.5
Temperatura promedio anual	22.0

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 78 de 218
---	---	--

5.1.3. VIENTO

La velocidad promedio del viento por hora en Torreón tiene variaciones estacionales en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 7.1 meses del 21 de febrero al 24 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 10,9 km/h. El día más ventoso del año es el 25 de junio, con una velocidad promedio del viento de 12,3 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 4,9 meses, del 24 de septiembre al 21 de febrero. El día más calmado del año es el 7 de noviembre, con una velocidad promedio del viento de 9,4 kilómetros por hora.

El viento con más frecuencia viene del este durante 6,4 meses, del 10 de mayo al 22 de noviembre, con un porcentaje máximo del 71% el 17 de agosto. El viento con más frecuencia viene del oeste durante 5,6 meses, del 22 de noviembre al 10 de mayo, con un porcentaje máximo del 32 % el 1 de enero.

<https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-promedio-en-Torreón-México-durante-todo-el-año>

5.1.4. RADIACIÓN SOLAR

El período más resplandeciente del año dura 3,3 meses, del 3 de abril al 14 de julio, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 7,2 kWh. El día más resplandeciente del año es el 24 de mayo, con un promedio de 7,9 kWh.

El periodo más oscuro del año dura 2,6 meses, del 12 de noviembre al 30 de enero, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado de menos de 4,8 kWh. El día más oscuro del año es el 19 de diciembre, con un promedio de 4,0 kWh.

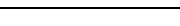
5.1.5. HUMEDAD RELATIVA

Tabla 5-3. Humedad relativa media de Torreón, Coahuila.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Humedad	55%	46%	39%	39%	42%	50%	53%	54%	57%	55%	53%	56%

<https://www.weather-mx.com/es/mexico/torreon-clima>

Humedad relativa promedio anual: 50%

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	79 de 218

5.1.6. PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Tabla 5-4. Precipitación media de Torreón, Coahuila.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Precipitación mm	20.1	6.5	6.5	14.1	18.8	34.9	24.2	26.5	18.1	11.8	7.9	16.3

<https://www.weather-mx.com/es/mexico/torreon-clima>

Precipitación promedio anual: 205.7

5.1.7. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En particular la constitución geológica de la superficie del Municipio de Torreón es en su totalidad de rocas sedimentarias calizas y derivadas de estas, las edades abarcan el Cretácico (42.5%) al Cuaternario (42.0%). Las calizas de la superficie se encuentran formando una coraza calcárea o reblandecida, ver figura 5-2.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP	Fecha: Octubre-2021
	InterSIM S.A. de C.V.	Rev. 0
		Página: 80 de 218

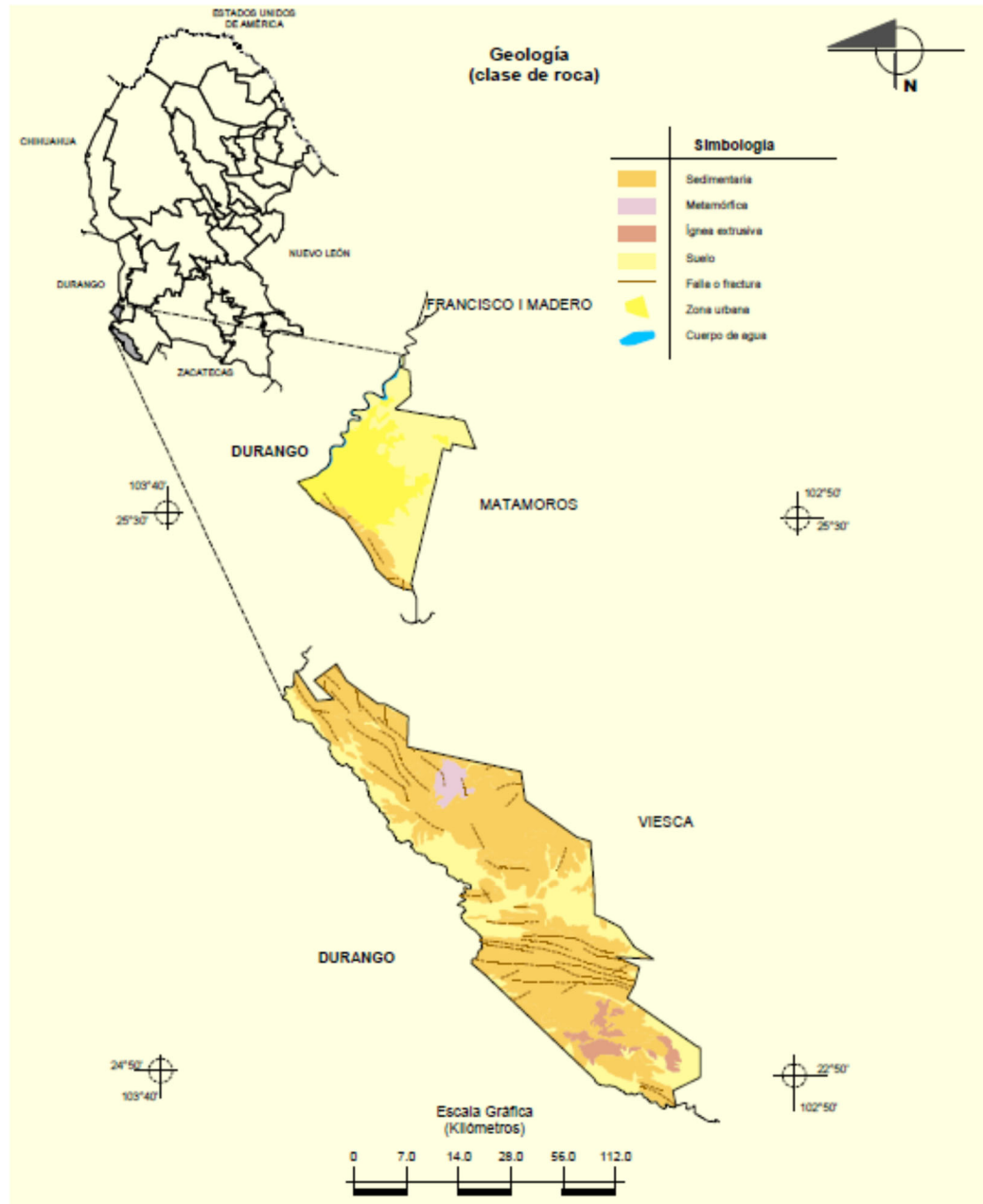


Figura 5-2. Geología (clase de roca) en el Municipio de Torreón, Coahuila de Zaragoza.

Ref. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza, Clave geoestadística 05035, 2009.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 81 de 218

5.1.8. SUELOS

Los suelos dominantes en el municipio de Torreón son: Leptosol (45.6%), Regosol (22.6%), Phaeozem (14.4%), Calcisol (12.0%), Fluvisol (0.2%) y Luvisol (0.1%), ver figura 5-3.

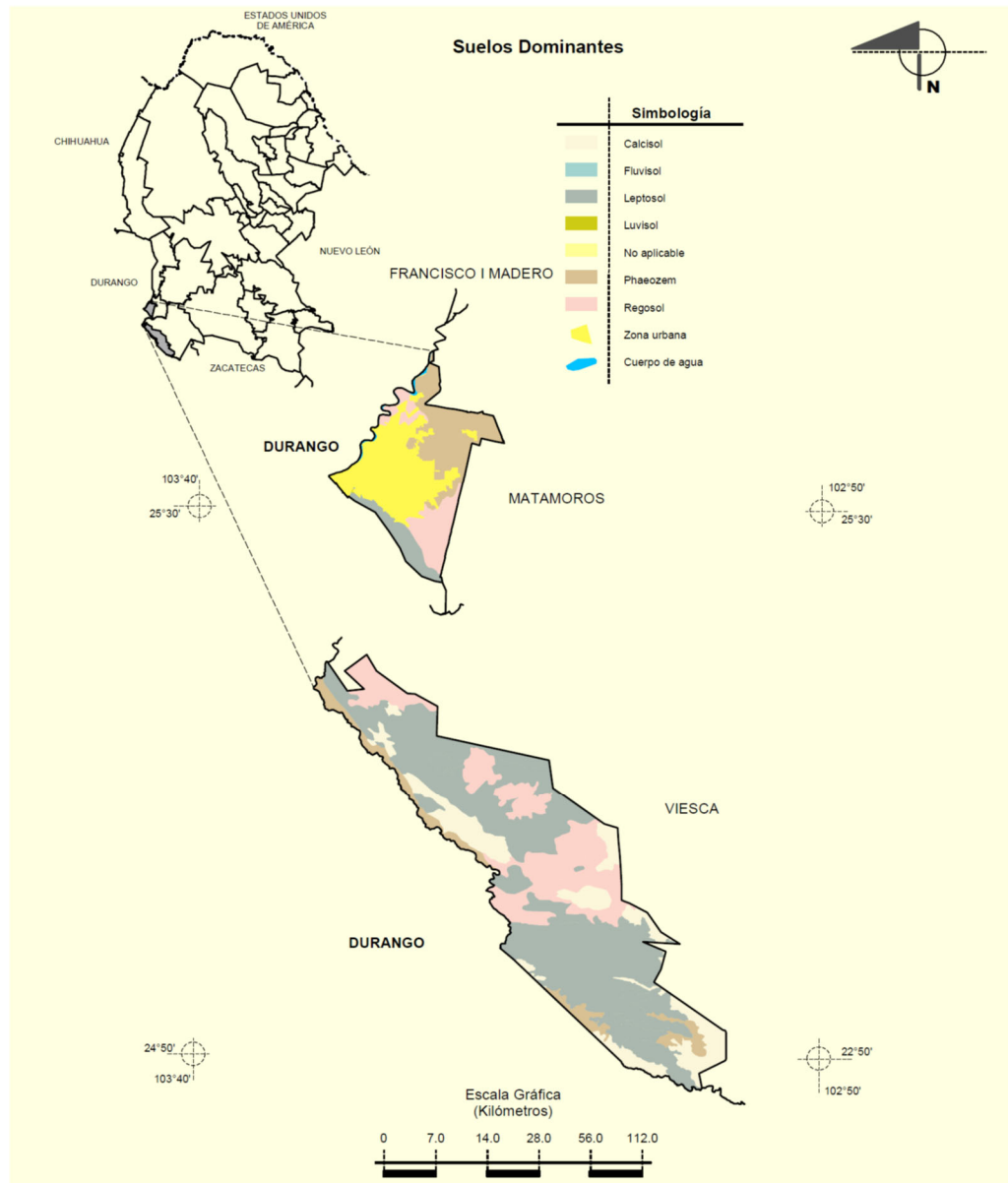


Figura 5-3. Tipos de suelo presentes en el Municipio de Torreón, Coahuila de Zaragoza.

Ref. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza, Clave geoestadística 05035, 2009.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 82 de 218

5.1.9. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

En Torreón los usos de suelo son agricultura (15%), zona urbana (5%), matorral (77.8%), pastizal (2%) y bosque (0.2%), ver figura 5-4.

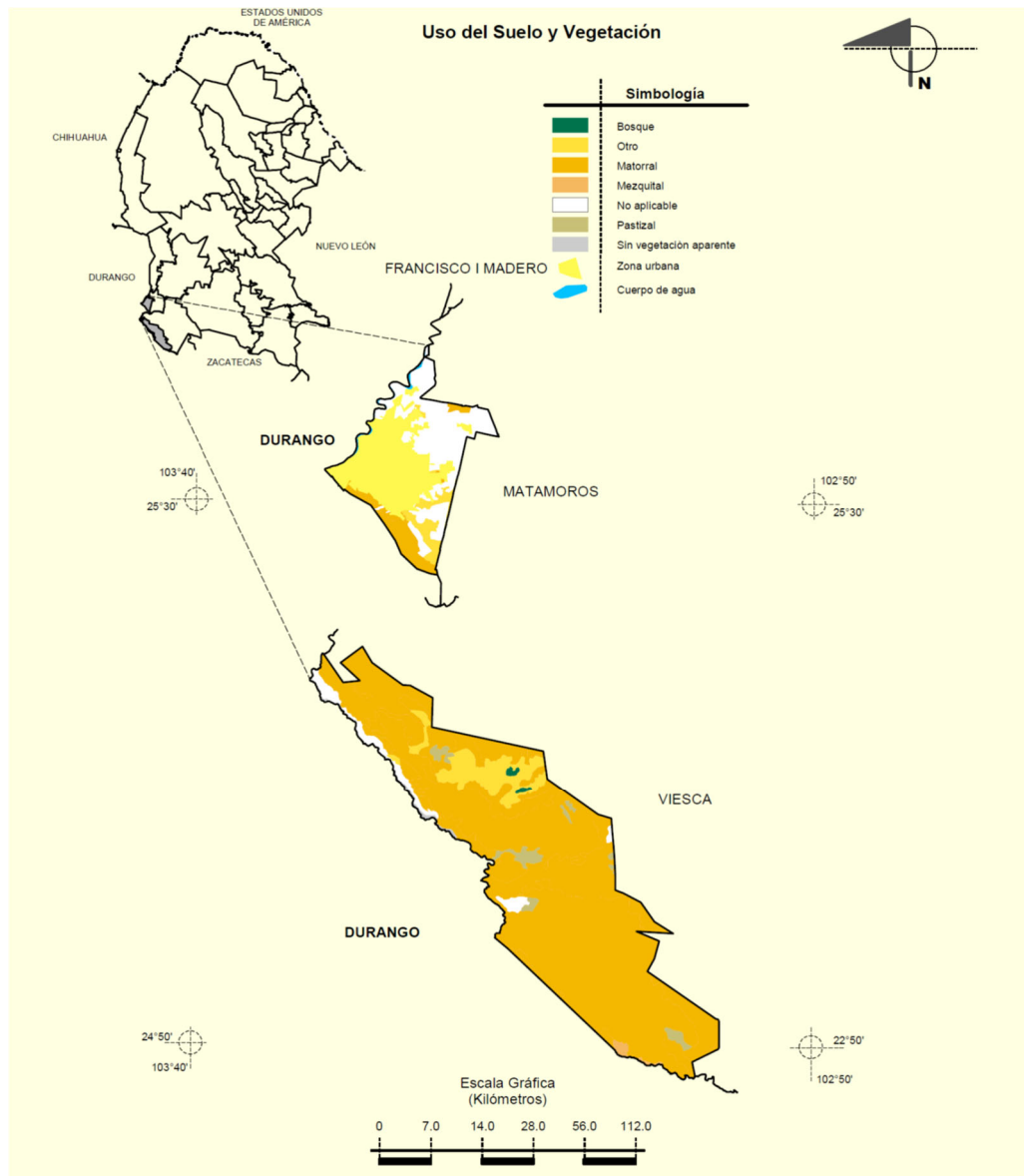


Figura 5-4. Usos de suelo y vegetación del municipio de Torreón, Coahuila.

Ref. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza, Clave geoestadística 05035, 2009.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 83 de 218

5.1.10. RIESGOS NATURALES.

En México se ha adoptado de manera generalizada la clasificación de peligros que se basa en el tipo de agente perturbador que los genera. Se distinguen por su origen cinco tipos de riesgo: Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos, Sanitarios y Socio-Organizativos.

Para el caso específico del Estado de Coahuila en general, este no es una zona sísmica, se ubica en la Zona A, calificada como de escasa actividad sísmica y de baja magnitud, tal como se muestra en la figura 5-5.

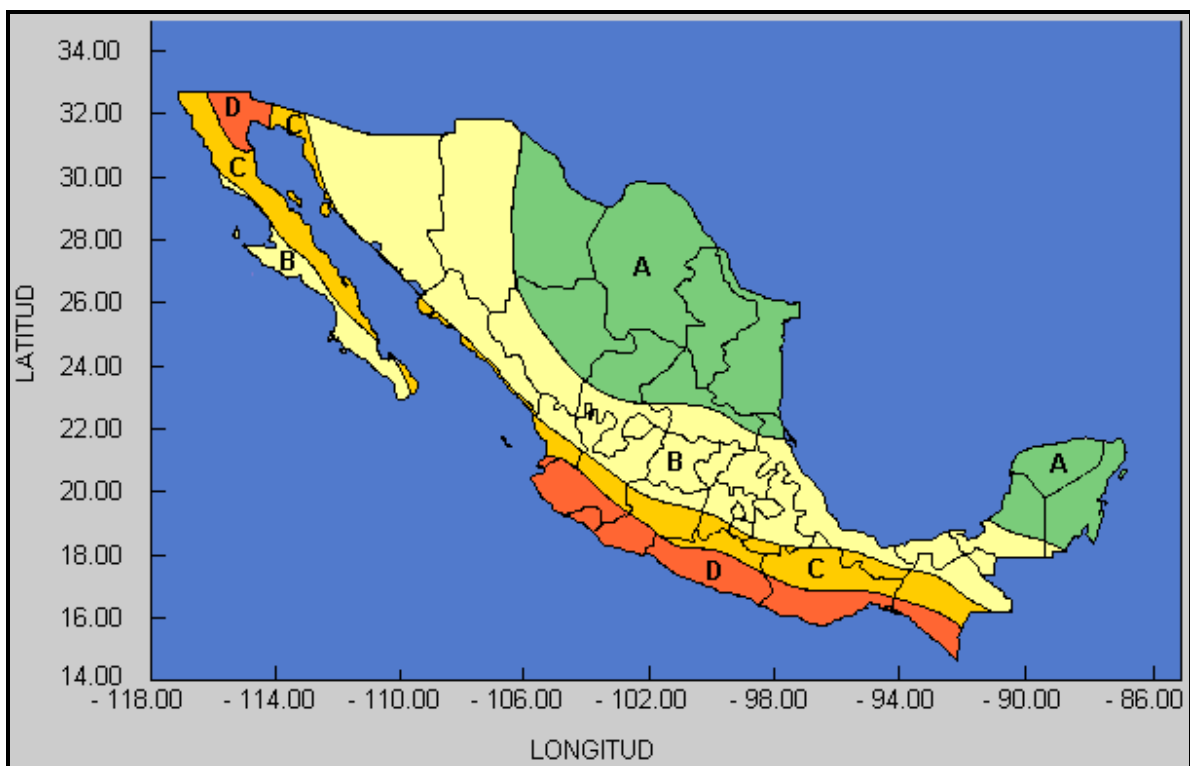


Figura 5-8. Regionalización sísmica de la República mexicana.

Es importante mencionar que, con base a las estadísticas registradas en los últimos 10 años, se sabe que esta zona no es susceptible a fenómenos naturales tales como: Terremotos, corrimientos de tierra, derrumbamientos o hundimientos, erosión o riesgos radiológicos,

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 84 de 218
---	---	--

Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.).

Durante años no se ha registrado este tipo de fenómenos de acuerdo con los datos señalados por el INEGI.

Inundaciones (historial de 10 años).

La localización del proyecto no presenta cuerpos de agua cercanos, ya que los mismos como la presa Francisco Zarco se encuentra a 46 km del área del proyecto, la Presa el Palmito a 166 km. El Rio Nazas a 14 km y el Rio Aguanaval a 8Km. Son cuerpos de agua muy lejanos a la zona del proyecto, por esto no existe el riesgo de inundación.

Tormentas tropicales y huracanes

La zona no es susceptible a huracanes, solamente logran llegar las nubes cargadas de agua que los vientos del sur arrastran desde la Sierra Madre Occidental hasta la Región Lagunera, mismas que se descargan en forma de precipitación en la parte alta de la región y en ocasiones en la parte baja, las inundaciones por lluvias torrenciales o desbordamientos de cuerpos de agua como ríos, lagos, lagunas y presas son efectos cíclicos que se presentan cada 25 años, sin embargo no existirían afectaciones para la zona, debido a que ésta se encuentra alejada de cualquier centro de inundación.

Otros eventos extremos.

Granizadas

Las granizadas que se presentan para la zona de estudio comprenden los meses de marzo, abril y mayo; sin embargo, no se cuenta con un patrón normal para el establecimiento exacto de precipitación.

Nevadas

Los eventos meteorológicos registrados respecto a las nevadas presentan escasa frecuencia de aparición. Para los últimos años los registros conocidos son: El 15 de enero de 1967, donde la nieve acumuló 11 cm de espesor, el 25 de diciembre de 1973, la nieve tuvo un espesor de 1 cm, el 31 de diciembre de 1975, la nieve alcanzó 1 cm de espesor y el 12 de diciembre de 1997, la nieve alcanzó los 5 cm de espesor.

El estado de Coahuila es zona endémica de Rickettsiosis principalmente en los municipios de Parras de la Fuente, Torreón, San Pedro y Francisco I. Madero; con un promedio anual de 6 casos confirmados por año.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 85 de 218
---	---	--

Durante el 2012, se observó un aumento en el número de casos en la zona urbana de la ciudad de Saltillo a partir del mes de mayo, iniciándose el operativo de atención.

Los casos se encontraron distribuidos en 14 colonias principalmente al sur de la ciudad y tienen como denominador común el estar localizadas en áreas marginadas de la ciudad con mala urbanización, saneamiento ambiental tanto en el interior como el exterior de las viviendas, convivencia con perros parasitados con garrapatas.

Los signos y síntomas más importantes han sido fiebre, vomito, irritabilidad, cefalea, rash y datos neurológicos, sangrado y signos de choque.

Casos de Rickettsiosis por municipio de Coahuila 2015

Municipio	Casos	Casos importados	Defunciones	Total
Saltillo	3	1	0	4
Torreón	3	0	0	3
San Pedro	1	0	0	1
Total	7	1	0	8

Fuente: SUIVE, al 28 de diciembre de 2015

De acuerdo con información de la Secretaría de Salud de Coahuila los casos nuevos de enfermedad que se presentaron a nivel estatal durante 2015 fueron principalmente infecciones respiratorias, con 654,892 casos, equivalentes al 67 % de entre las diez enfermedades más frecuentes. Le siguen infecciones intestinales (15 %), infecciones de vías urinarias (5 %) y gingivitis (4%).

El top 10 de enfermedades más comunes lo completan Úlceras, Gastritis y Duodenitis, Otitis Media Aguda, Faringitis y Amigdalitis, Hipertensión Arterial, Conjuntivitis y Diabetes Mellitus.

El grupo de edad más afectado por infecciones en las vías respiratorias es el de 1 a 14 años con 333,393 casos que representa el 50.9% del total de la población con ese padecimiento. Las infecciones intestinales

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 86 de 218
---	---	--

afectaron de manera importante a menores de 1 a 14 años con 51,964 casos representando así el 35.5% del total.

De los 45,954 casos que se atendieron por infecciones de vías urinarias, el 53.5%, es decir 24,600 fueron personas de 15 a 44 años, llama la atención que en chicos de 15 años e inclusive menores se esté presentando este tipo de padecimientos.

En cuanto a úlceras, gastritis y duodenitis el total de personas afectadas es de 32,386 de las cuales 530 son niños menores de 15 años. El grupo de edades en los que se concentran estos padecimientos es el de 15 a 59 años con un total de 24,963 que representa el 77% del total.

En cuanto a la Otitis Media Aguda que afectó a 18,383 personas, el grueso de los casos se concentró en niños de uno a catorce años con un total de 7641.

La situación a nivel de las jurisdicciones sanitarias refleja de alguna manera la situación en el estado, es decir, en cada instancia de salud aparecen estas cinco enfermedades como las más frecuentes, pero con la salvedad de que en algunas jurisdicciones se concentran de manera específica cierto tipo de enfermedad.

El caso de las Infecciones Respiratorias Agudas, están presentes en todas las jurisdicciones, pero de manera especial en la No. 8 con cabecera en Saltillo con 203,521 casos; la jurisdicción No. 4 con cabecera en Monclova suma 116,481 y la No. 6 en la que se encuentra el municipio de Torreón, suman 112,931.

Específicamente en la jurisdicción número 6 integrada por los municipios de Torreón, Matamoros y Viesca las infecciones respiratorias agudas afectan primordialmente al sector de la población de 1 a 9 años con 47,954 casos. La segunda enfermedad con mayor incidencia son las infecciones intestinales con un total de 23,814 casos de los cuales, 8,554 se presenta en niños menores de 1 y hasta 14 años.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 87 de 218
---	---	--

5.2. ASPECTOS BIÓTICOS.

5.2.1. VEGETACIÓN.

La vegetación del Municipio de Torreón es muy variada y depende de la altura sobre el nivel del mar, y precipitación pluvial.

En las partes bajas hay mezquites, huizaches, yucas, nopales, magueyes, cactus, lechuguillas, palmas y gobernadora.

En las partes altas de la Sierra de Jimulco podemos encontrar Pinos, Pinabetes, Encinos y Cedros. También Ahuehuete, Sauce, Jarilla, Jaboncillo, Mimbresa a lo largo del cauce del río Aguanaval. Y en las partes bajas se encuentra la Flor de Jimulco y la cactácea *Peniocereus greggi*, especies endémicas de la Zona.

Predominan los matorrales en más de 70% en las extensas llanuras. Hacia el suroeste, los matorrales se mezclan con pastizales. En menor proporción, en la Sierra Jimulco se encuentran bosques de coníferas y encinos. La agricultura ocupa 30% del territorio.

5.2.2. FAUNA.

La fauna varía dependiendo de la región natural. A través de los llanos y sierras del Municipio habitan distintas especies.

- Insectos

Los insectos más comunes son: Abejas, Avispas, Moscas.

En la Sierra de Jimulco habitan: Ciempiés, Pinacate, Chapulín, Alacrán, Escorpión, Mariposa Jaspeada, Tarántula de Desierto, También se encuentran: *Aphonopelma anax*, Mariposa Citrina, Ácaro Rojo Tercipelo, especies endémicas de la Zona.

- Mamíferos

Los mamíferos más comunes son: Perrito de pradera, Liebre y Ardilla.

En la Sierra de Jimulco habitan: Venado cola blanca, Ardilla, Coyote, Zorro gris, Tejón, Gato montés, Murciélago, Jabalí, Puma y en diversas ocasiones se han visualizado Osos. También se encuentran el Cacomixtle y la recién descubierta nueva especie de Musaraña, especies endémicas de la Zona.

- Aves

En la región hay diferentes especies de aves entre residentes y migratorias, así como también endémicas.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 88 de 218
---	---	--

Las más comunes son: Paloma Lechuza, Cenzontle, Zopilote, Golondrina, Gorrión, Correcaminos, Alondra, Buitre, etc.

En la Sierra de Jimulco habitan: Halcón, Gavilán, Águila, Tordo, Cuervo, Cardenal, Calandria, Codorniz, Aura, Colibrí y el Guajolote. A lo largo del cauce del río Aguanaval podemos encontrar: Pato, Ganso, Grulla, Garza, especies migratorias que visitan el lugar. También se encuentran: Chupasavia nuca roja, Chipe trepador, especies endémicas de la Zona.

- Reptiles

Los reptiles más comunes son: Lagartija, Víbora de cascabel.

En la Sierra de Jimulco habitan: Huico pinto del noreste, Serpiente Topera, Boa Constrictor.

- Anfibios

En la Sierra de Jimulco, en el cauce del río Aguanaval podemos encontrar: Sapo de Desierto, Tortuga de Desierto, Tortuga de Pantano.

- Peces

En la Sierra de Jimulco, en el cauce del río Aguanaval podemos encontrar: Bagre yaqui, Carpita texana, etc.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 89 de 218
---	---	--

6. ANALISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

6.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

6.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

6.1.1.1. Características físico – químicas del GLP

Propiedades químicas

El gas LP es un gas inflamable y se clasifica con un grado de riesgo por inflamabilidad muy alto (4), por lo que cuenta con el potencial para formar mezclas explosivas, con el aire o el oxígeno, además de sustancias oxidantes como el cloro, flúor y óxido nitroso.

El gas LP al mezclarse con el aire y oxígeno resulta explosivo al ubicarse dentro del rango de explosividad:

- Límite superior de inflamabilidad o explosividad (LSE): 9.3%
- Límite inferior de inflamabilidad o explosividad (LIE): 1.8%

0% aire + 100 % GLP	Zona A	
90.7% aire + 9.3% de GLP	Zona Explosiva	LSE
98.2% aire + 1.8% GLP		LIE
100% aire + 0% GLP	Zona B	

En condiciones ideales de homogeneidad (zonas A y B), las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.

Asimismo, dicha mezcla se puede encender con una energía de ignición relativamente baja.

Propiedades físicas

En fase gas a presión atmosférica, el GLP es significativamente más pesado que el aire, lo cual implica que éste fluye hacia abajo desplazando el aire por encima de éste, acumulándose éste en espacios cerrados o que pudiesen generar un confinamiento de este. Y en el caso de que no existiese una ventilación adecuada, la acumulación del GLP persistiría por varias horas.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 90 de 218
---	---	--

El GLP es incoloro y casi inodoro y está constituido por una mezcla de propano (60%) y butano (40%).

Al gas LP se le adiciona el odorizante etil-mercaptano que le da su olor característico. Solo es necesario adicionar 500 g de este en un volumen de 37 850 litros de GLP.

Siendo el porcentaje de la concentración del mercaptano en la mezcla de gas LP tan pequeño, que este no es lo suficiente como para modificar las propiedades de la mezcla original, salvo se debe tener especial cuidado en que nunca exceda a la quinta parte del nivel inferior de combustibilidad, a su vez el mercaptano no produce alteraciones en el poder combustible del gas LP.

De acuerdo con la Hoja de Datos de Seguridad de PEMEX, la densidad del gas LP es:

- Densidad de los vapores (aire = 1) a 15.5 °C es 2.01 veces más pesado que el aire.
- Densidad del líquido (agua = 1) a 15.5 °C es de 0.540 g/ml.

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que, si se vierte el gas sobre el agua, éste flotara sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto, 1/2 veces tan denso como el aire y no se dispersa tan fácilmente.

Además, es importante señalar que, al igual que con otras sustancias, la densidad del gas LP tiene una fuerte dependencia de la temperatura, más allá de los cambios que pudieran provocar el cambio en la presión a la cual se encuentra sometido.

Dependiendo de la composición del gas LP, se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El gas LP, no es tóxico, pero en altas concentraciones puede causar asfixia, debido a que desplaza el aire. En concentraciones muy elevadas, y cuando se ha mezclado con el aire, el vapor de gas LP resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el oxígeno disponible; éste puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando la disminución de la temperatura.

La Hoja de Seguridad del gas LP se muestra en el **Anexo G**.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 91 de 218
---	---	--

6.1.1.2. *Técnica HAZID*

Para realizar el análisis preliminar de peligros se aplicó la metodología HAZID, se presenta el estudio de HAZID el cual contempla fallas mecánicas, fallas de equipos, fallas de factor humano, etc, como principales componentes de los riesgos que se presentarían en la instalación.

La técnica HAZID (Hazard Identification Analysis) fue creada por el departamento de defensa de Estados Unidos para visualizar los peligros de los nuevos diseños de los sistemas militares. En la actualidad es una herramienta muy utilizada en la industria para identificar riesgos inherentes al proceso en etapas tempranas de un nuevo proyecto.

Definición

La revisión HAZID es una metodología para identificar peligros para planificar, eliminar o mitigar su potencial impacto. La identificación de peligros es un paso importante en la evaluación y administración de riesgos.

El método HAZID es adecuado para todos los tipos de industrias y puede ser aplicada a la mayoría de los sistemas. Varios métodos han sido desarrollados para permitir a HAZID cubrir cada fase de un proyecto, incluyendo la fase conceptual, selección de opciones, ingeniería básica, etc.

Objetivos

Las revisiones HAZID identificarán los peligros y salvaguardas en una etapa temprana en el diseño de una instalación. El objetivo es doble: La administración de los riesgos a la Salud, Seguridad y Medio Ambiente durante el desarrollo del proyecto y la trazabilidad como un resultado de un registro exhaustivo de la administración de riesgos.

¿Cuál es la metodología básica de las revisiones HAZID?

En pocas palabras, la metodología HAZID sigue los siguientes pasos:

- Las instalaciones son divididas en secciones llamadas áreas.
- Para cada área una lista de palabras guía son aplicadas sistemáticamente para identificar riesgos potenciales.
- Para cada riesgo, el equipo determina sus causas, consecuencias y salvaguardas.
- El equipo concluye con la aceptabilidad del escenario o acciones de proceso para mejora o investigación.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 92 de 218
---	---	--

Esto es solamente el proceso básico que puede ser desarrollado incluyendo jerarquización de riesgos, categorización de acciones, selección de escenarios, comparación de opciones, etc.

¿Qué se necesita para realizar una revisión HAZID?

Las revisiones HAZID pueden ser desarrolladas basadas en los planos de localización de equipos, diagramas de flujo de proceso, procedimientos operacionales, u otro documento.

¿Cuál es el alcance de una revisión HAZID?

El alcance de una revisión HAZID puede variar significativamente de acuerdo con objetivos, fase del proyecto, disponibilidad de la información, tipo de proceso y la organización en general dentro de tú compañía.

¿Cuánto dura una revisión HAZID?

Dependiendo de la complejidad del proyecto y el alcance definido, las revisiones se pueden realizar en un día a una o dos semanas.

Los resultados de la metodología HAZID se muestran en el **anexo B**.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 93 de 218
---	---	--

6.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES

29/06/2018, Tula de Allende, Hidalgo

Tula de Allende, Hgo. - La madrugada de este viernes se controló una fuga de Gas LP en una de las líneas que abastece las esferas TE-126 y TE-127 de la Terminal de Distribución de Pemex Logística.

La nube de hidrocarburo fue contenida por el personal de contraincendios de Pemex, mediante la colocación de cortinas de agua.

En coordinación con Protección Civil municipal y como medida precautoria se llevó a cabo el bloqueo temporal del tránsito vehicular del tramo carretero Jorobas – Tula. Una vez verificado que ya no existen vapores de hidrocarburo en el área se retiró el bloqueo a las 5:30 de la mañana.

Derivado del incidente no hubo personas evacuadas ni lesionadas.

Pemex mantiene los equipos en posición segura y se analiza la causa raíz del incidente.

20/01/2015, Cuajimalpa, Ciudad de México

La mañana del jueves 29 de enero, se registró una explosión en el Hospital Materno Infantil ubicado en la Delegación Cuajimalpa, en el Distrito Federal, la cual fue causada por una falla en la pipa que suministraba gas a esa institución. El saldo de este accidente dejó cinco personas muertas y 73 heridos

Causa: Desgaste de dos tornillos en la junta de la bomba de trasiego de gas, ubicada en la parte media inferior del autotanque, ocasionó la fuga, que duró 25 minutos, lo que formó una nube de gas que tuvo su punto de ignición dentro del nosocomio.

18/07/2017, Cd. Madero, Tamaulipas

Cd. Madero, Tamaulipas. El día de hoy a las 14:30 horas, personal especializado de Pemex controló un escape de gas licuado de petróleo durante un muestreo que se realizaba en una válvula automática en la planta Catalítica 1, de la Refinería “Francisco I. Madero”. No se registraron lesionados ni hubo afectaciones a las instalaciones.

Personal especializado de la refinería controló el incidente en cuestión de minutos. La planta se encuentra operando normalmente.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 94 de 218

08/05/2013, San Pedro Xalostoc, Ecatepec, Estado de México

La explosión de una pipa de gas que se desprendió de un tractocamión e impactó contra varias casas aledañas a la autopista federal México-Pachuca provocó la muerte a 22 personas –entre ellas 10 menores de edad– y lesiones a otras 31; causó daños a 45 viviendas y 30 vehículos, que se incendiaron, además del desalojo de unos cien habitantes de San Pedro Xalostoc.

A las 5:30 horas de este martes, el chofer del tractocamión de doble semirremolque perdió el control del vehículo debido al exceso de velocidad con que circulaba, cerca del kilómetro 14 de la carretera en dirección al Distrito Federal.

La pipa trasera del vehículo –con capacidad para 35 mil litros de gas LP, igual que la delantera– se estrelló contra el muro de contención, se desprendió de la primera, pegó contra una vivienda, estalló, voló sobre la autopista y cayó encima de una casa del lado contrario de la carretera.

La onda expansiva que provocó la explosión y las llamas se propagaron unos 500 metros a la redonda, calcinando vehículos que circulaban por la zona y unas 45 viviendas de San Pedro Xalostoc, donde vivían 180 personas, a ambos lados de la autopista.

La autopista fue cerrada a la circulación en ambos sentidos. Sobre la cinta asfáltica se improvisó un hospital para atender a los lesionados, así como una morgue.

El Ejército Mexicano y la Marina aplicaron el plan DN-III.

Bomberos de Tlalnepantla, Ecatepec y del Distrito Federal controlaron el fuego, removieron escombros y pasaron la carga del contenedor delantero a otra pipa. Durante las labores de rescate se suspendió el suministro de agua. Después de más de 10 horas la carretera fue reabierto a la circulación.

19/11/1984, San Juan Ixhuatepec, Estado de México.

Se cree que uno de los contenedores de 54 m³ fue sobrellenado y produjo una ruptura en una tubería de 20cm de diámetro conduciendo el gas de alimentación que venía desde refinerías remotas. Los registros definitivamente mostraron una disminución en la presión iniciando a las 5:10. La emisión continuó por algunos minutos y los testigos oculares indican que se formó una nube de alrededor de 2m de alto. La nube cubrió un área de alrededor de 200x150 m² que se movía lentamente. El viento prevalecía en calma, alrededor de 0.4m/s, soplando en dirección sureste durante una madrugada particularmente fría de invierno. Cuando la nube explotó y se incendió, la afectación cubrió no solo a la planta sino a las casas-habitación vecinas, muchas de las cuales estaban construidas con tabique, pero con techos de madera o cartón corrugado. El fuego eventualmente produjo una serie de explosiones lo que representó un efecto dominó de grandes

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 95 de 218
---	---	--

dimensiones. Mas explosiones fueron producidas después del BLEVE, cuando el vapor penetró en las casas vecinas causando la explosión de los tanques de gas domésticos de 30kg. La explosión dejó un cráter de 200m de radio con, oficialmente, 503 personas muertas y 7,000 heridas.

3 de abril de 1977, Planta Umm Said NGL, Qatar.

Un tanque de 260.000 barriles que contenía alrededor de 236.000 barriles de propano refrigerado a -44 ° C falló masivamente. La ola de propano líquido barrió los diques e inundó el área de proceso de 51.000 barriles por día antes de incendiarse. También se destruyó un tanque adyacente que contenía 125.000 barriles de butano refrigerado, al igual que la mayor parte del área de proceso. El fuego ardió fuera de control durante dos días y se extinguió a los ocho días.

Seis personas murieron en el incidente y las pérdidas por daños a la propiedad se estimaron en \$ 76 millones (1977) \$ 179 millones (2001)

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 96 de 218
---	---	--

6.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

6.1.3.1. HAZOP

El estudio de Peligros y Operabilidad (HAZOP, por sus siglas en ingles HAZard and OPerability) es una técnica recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro. En este análisis, un grupo multidisciplinario de especialistas usa un enfoque sistemático, basado en la aplicación sucesiva de palabras guía a puntos o nodos de estudio (bombas, compresores, líneas, recipientes), para proporcionar una estructura de razonamiento lógico facilitando la identificación de posibles desviaciones en la intención de diseño del nodo de estudio, con el objeto de conocer sus causas, consecuencias y acciones requeridas para minimizar riesgos durante la operación.

El uso de la metodología de análisis cualitativo de riesgo HAZOP requiere de una fuente de información detallada referente al diseño y operación del proceso. Esta práctica es aplicable a todas las fases de vida de la planta, tanto para un diseño o tecnología nueva como para instalaciones ya existentes.

Esta técnica se desarrolla mediante 3 etapas principales:

Etapas 1: Preparación del estudio.

- a) Definir el propósito, objetivos y alcance del estudio de la manera más explícita posible.
- b) Definir de manera específica las consecuencias que serán consideradas (daños al personal, daños al medio ambiente, pérdidas económicas, o una combinación).
- c) Seleccionar a los miembros del equipo. El líder HAZOP debe asegurarse de la disponibilidad de un equipo de tamaño adecuado y experimentado. Un equipo de HAZOP debe contar con un líder de grupo, un secretario, Ingeniero de proceso/supervisor, Ingeniero de mantenimiento mecánico y eléctrico/supervisor, Ingeniero instrumentista/supervisor, Ingeniero de seguridad/supervisor, ayudante de operación, miembros de apoyo.
- d) Recopilar información del proceso. Diagramas de Flujo de Proceso, Diagramas de Tubería e Instrumentación, Planos de localización General de Equipos, Instructivos de Operación, Manuales de fabricación de equipos, puntos de ajuste de instrumentos, filosofía operacional, etc.
- e) Procesar la información y planear el estudio. Los nodos o secciones de estudio deben definirse siguiendo el flujo de proceso y haciendo uso de los DTI's. Los líderes desarrollaran una lista preliminar de desviaciones y prepararan una hoja de trabajo para guardar las respuestas a las desviaciones de los miembros del equipo.
- f) Organizar las sesiones. Cada sección o nodo de estudio tomara un promedio de 30 a 60 minutos. Cada sesión debe durar al menos de 4 a 6 horas (de preferencia por la mañana).

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 97 de 218
---	---	--

Etapas 2: Desarrollo del estudio.

- a) Seleccionar puntos o nodos de estudio (líneas de proceso, recipientes y/o equipos de proceso, en líneas de transferencia siempre que cambie un parámetro) siguiendo el sentido de flujo del proceso y continuando con servicios auxiliares.
- b) Establecer la intención de diseño del equipo. Esta incluye una descripción del diseño y operación normal en cada nodo de estudio, así como, funciones de nodo, composiciones del proceso y rangos de valores numéricos de todos los parámetros de importancia. (Cabe mencionar que, si la instalación está funcionando fuera de la capacidad de su intención de diseño, esto representa un riesgo potencial).
- c) Seleccionar la palabra guía combinada con un parámetro de proceso para definir la desviación en un nodo de estudio (escenario) y asignarle un número de identificación (revisar todas las palabras guía con cada parámetro y entonces, cambiar de parámetro).
- d) Listar las posibles causas que originan la desviación.
- e) Para cada causa liste las posibles consecuencias.
- f) Listar todas las protecciones existentes para prever la ocurrencia de la causa o mitigar las consecuencias asociadas.
- g) Considerar y recomendar las acciones necesarias para mitigar las causas.
- h) Por último, se pondera la frecuencia de la causa y la severidad de la consecuencia con el fin de jerarquizar el riesgo identificado.
- i) El riesgo identificado es representado dentro de una Matriz de Riesgo en la cual se definen regiones que abarcan diferentes periodos de tiempos. Estos tiempos son periodos en los cuales una acción correctiva debe ser tomada para cada escenario, ya sea un plan de acción, la definición de una solución o la asignación de un responsable para realizar una tarea específica que corrija o disminuya el valor de riesgo de dicho escenario.
- j) Se establece la siguiente desviación del nodo, hasta concluir con todas las combinaciones posibles.
- k) Analizar un nuevo nodo o punto de estudio.

El proceso de análisis se resume en la Figura 6.1.3-1.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 98 de 218

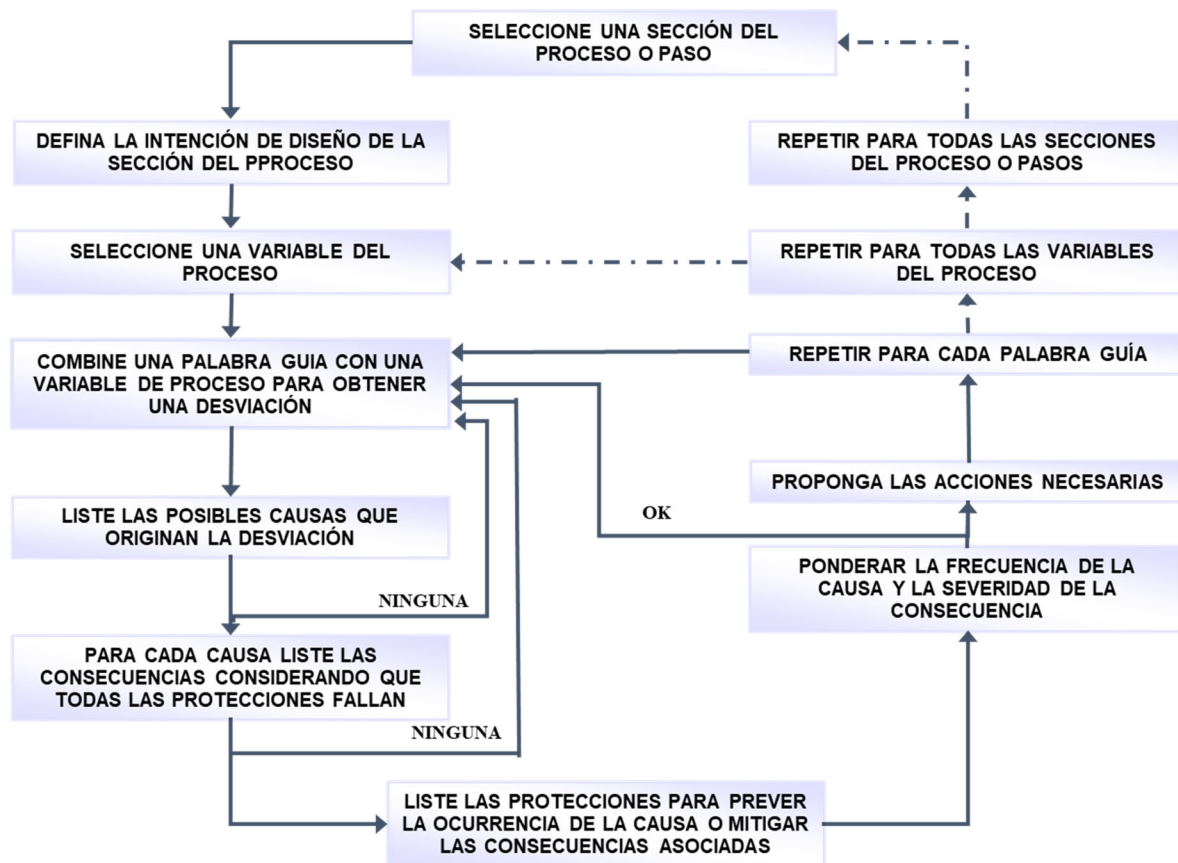


Figura 6.1.3-1 Proceso de análisis del estudio de Peligros y Operabilidad.

Etapa 3: Documentación de los resultados.

Los resultados de las reuniones de HAZOP se documentan en forma tabular considerando un formato estandarizado en donde se indica el nombre, el número de nodo, su intención de diseño y 5 columnas con los conceptos descritos anteriormente.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 99 de 218
---	---	--

6.1.4. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

La jerarquización de riesgos es parte de las actividades de la gestión de riesgos. Una vez identificados los principales riesgos de la instalación, debe conocerse cuáles de éstos son los que por la magnitud de sus consecuencias fatalidades, No. de accidentes con lesiones, liberación de hidrocarburos, daños a bienes o por su nivel de recurrencia o frecuencia en que se presentan deben ser atendidos de manera inmediata o prioritaria. Lo anterior permite asignar prioridades a las recomendaciones indicadas en la identificación de peligros, lo que permite a la organización, enfocar mejor sus recursos.

La jerarquización parte primero de asignar a los escenarios identificados una categoría de la magnitud de las consecuencias y otra categoría al nivel de la recurrencia o frecuencia con que se presentan dichos escenarios.

La evaluación cualitativa de las consecuencias se realizará conforme a los criterios indicados en la Tabla 6.1.4-1. La evaluación cualitativa de las probabilidades se realizará conforme a los criterios indicados en la Tabla 6.1.4-2.

En la Figura 6.1.4-1 se presenta la matriz de riesgo. En esta matriz se definen tres regiones de riesgo:

- **Región de Riesgo No Tolerable “A” (región roja):** Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.
- **Región de Riesgo ALARP “M” (región amarilla):** Los riesgos que se ubiquen en esta región deben de estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que se pueda tomar una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.
- **Región de Riesgo Tolerable “B” (región verde):** El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	100 de 218
		Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	

Tabla 6.1.4-1 Clases de consecuencias para la evaluación de riesgos

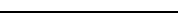
Gravedad de las Consecuencias						
Consecuencias	Criterio	1	2	3	4	5
Fatalidades	Personas fallecidas	>10	1 a 10	0	0	0
Accidentes con Lesiones	Personas Lesionadas	>100	10 a 100	1 a 10	1	0
Liberación de Hidrocarburos	Toneladas	>100	10 a 100	1 a 10	0.1 a 1	<0.1
Daño a Bienes	USD	>10 000 000	1 000 000 a 10 000 000	100 000 a 1 000 000	10 000 a 100 000	<10 000

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

Tabla 6.1.4-2 Clasificación de probabilidades de ocurrencia del evento-anual

Clase de Probabilidad	Frecuencia de Ocurrencia Anual	Frecuencia de Ocurrencia
1	$>10^{-1}$	Más de una vez en 10 años
2	10^{-1} a 10^{-2}	De una vez en 10 años a una vez en 100 años
3	10^{-2} a 10^{-3}	De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años
4	10^{-3} a 10^{-4}	De una vez en 1 000 años a una vez en 10 000 años
5	10^{-4} a 10^{-5}	De una vez en 10 000 años a una vez en 100 000 años
6	10^{-5} a 10^{-6}	De una vez en 100 000 años a una vez en 1 000 000 años
7	$< 10^{-6}$	Menos de una vez en 1 000 000 años

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	101 de 218

Frecuencia de ocurrencia acumulada anual		Clasificación de consecuencias				
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B	M	M	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B	B	M	M	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B	B	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B
Clasificación B: Bajo, Gestión mediante la mejora continua. M: Medio, Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias A: Alto, Intolerable, riesgo no aceptable						

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

Figura 6.1.4-1 Matriz de determinación del nivel de riesgo dentro de los límites de la terminal

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 102 de 218
---	---	---

6.1.5. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

La información usada en el análisis HAZOP se lista a continuación y se presenta en el **Anexo A**.

Plano No.	Nombre:	Fecha:
01	Plano Planimétrico	Octubre 2017
02	Plano Civil	Octubre 2017
03	Plano Mecánico	Octubre 2016
04	Plano Eléctrico	Octubre 2017
05	Plano Seguridad	Octubre 2016

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 103 de 218
---	---	---

Los nodos analizados fueron los siguientes:

- Nodo: 1. Recipiente de almacenamiento de gas LP de 350,000 litros.
- Nodo: 2. Recipiente de almacenamiento de gas LP de 450,000 litros.
- Nodo: 3. Cabezal de succión de compresores No. 1.
- Nodo 4. Cabezal de succión de compresores No. 2.
- Nodo 5. Compresor.
- Nodo 6. Cabezal de descarga de compresores Corken No. 1 de 152mm de diámetro.
- Nodo 7. Cabezal de descarga de compresores Corken No. 2 de 152mm de diámetro.
- Nodo 8. Carro Tanque.
- Nodo 9. Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 1 de 203mm de diámetro.
- Nodo 10. Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 2 de 203mm de diámetro.
- Nodo 11. Cabezal de succión de bombas No. 1 de 203 mm de diámetro.
- Nodo 12. Cabezal de succión de bombas No. 2 de 203 mm de diámetro.
- Nodo 13. Bomba para llenado de autotanques.
- Nodo 14. Cabezal de suministro de gas LP líquido No. 1 de 152 mm de diámetro.
- Nodo 15. Cabezal de suministro de gas LP líquido No. 2 de 152 mm de diámetro.
- Nodo 16. Autotanque.
- Nodo 17. Cabezal de retorno de gas LP vapor de 76 mm de diámetro.
- Nodo 18. Cabezal de retorno de gas LP líquido de 76 mm de diámetro.

Los nodos marcados se presentan en el **anexo C**.

Las hojas de trabajo resultantes del análisis HAZOP se presentan en el **Anexo C**.

En las figuras 6.1.5-1, 6.1.5-2, 6.1.5-3 y 6.1.5-4 se muestran las matrices de riesgos resultantes para cada una de las categorías de consecuencia evaluadas (Personas fallecidas, personas lesionadas, liberación de hidrocarburos y daños a bienes).

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 104 de 218

Frecuencia de ocurrencia acumulada anual		Clasificación de consecuencias				
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$					
2	10^{-1} a 10^{-2}	33				
3	10^{-2} a 10^{-3}	30				
4	10^{-3} a 10^{-4}	10			21	
5	10^{-4} a 10^{-5}	1			12	
6	10^{-5} a 10^{-6}					
7	$< 10^{-6}$					
Clasificación B: Bajo, Gestión mediante la mejora continua. M: Medio, Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias A: Alto, Intolerable, riesgo no aceptable						

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

Figura 6.1.5-1 Personas Fallecidas.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 105 de 218

Frecuencia de ocurrencia acumulada anual		Clasificación de consecuencias				
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$					
2	10^{-1} a 10^{-2}	12	21			
3	10^{-2} a 10^{-3}	4	26			
4	10^{-3} a 10^{-4}	2	3	26		
5	10^{-4} a 10^{-5}		1	12		
6	10^{-5} a 10^{-6}					
7	$< 10^{-6}$					
Clasificación B: Bajo, Gestión mediante la mejora continua. M: Medio, Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias A: Alto, Intolerable, riesgo no aceptable						

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

Figura 6.1.5-2 Personas Lesionadas.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM
		Fecha: Octubre-2021
		Rev. 0
		Página: 106 de 218

Frecuencia de ocurrencia acumulada anual		Clasificación de consecuencias				
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$					
2	10^{-1} a 10^{-2}	33				
3	10^{-2} a 10^{-3}	27	1		2	
4	10^{-3} a 10^{-4}	28	1		2	
5	10^{-4} a 10^{-5}	8	1		4	
6	10^{-5} a 10^{-6}					
7	$< 10^{-6}$					
Clasificación B: Bajo, Gestión mediante la mejora continua. M: Medio, Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias A: Alto, Intolerable, riesgo no aceptable						

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

Figura 6.1.5-3 Liberación de Hidrocarburos.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 107 de 218

Frecuencia de ocurrencia acumulada anual		Clasificación de consecuencias				
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$					
2	10^{-1} a 10^{-2}	33				
3	10^{-2} a 10^{-3}	14	16			
4	10^{-3} a 10^{-4}	13	2	16		
5	10^{-4} a 10^{-5}	7		6		
6	10^{-5} a 10^{-6}					
7	$< 10^{-6}$					
Clasificación B: Bajo, Gestión mediante la mejora continua. M: Medio, Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias A: Alto, Intolerable, riesgo no aceptable						

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

Figura 6.1.5-4 Daños a bienes.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 108 de 218
---	---	---

En la aplicación de la metodología HAZOP se identificaron los siguientes riesgos:

- Nodo 1. Recipiente de almacenamiento de gas LP de 350,000 litros.
 Escenario 1.3.1. Fuga de gas LP por sobrellenado del recipiente de almacenamiento.
 Escenario 1.7.1. Fuga de gas LP por corrosión.
 Escenario 1.8.1. Ruptura por falla de soldadura.
 - Nodo 2. Recipiente de almacenamiento de gas LP de 450,000 litros.
 Escenario 2.3.1. Fuga de gas LP por sobrellenado del recipiente de almacenamiento.
 Escenario 2.7.1. Fuga de gas LP por corrosión.
 Escenario 2.8.1. Ruptura por falla de soldadura.
 - Nodo 3. Cabezal de succión de compresores No. 1 de 152 mm de diámetro.
 Escenario 3.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.
 - Nodo 4. Cabezal de succión de compresores No. 2 de 152 mm de diámetro.
 Escenario 4.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.
 - Nodo 5. Compresor Corken 890.
 Escenario 5.1.1. Fugas de gas LP en uniones bridadas y/o roscadas debido al represionamiento por descarga bloqueada.
 Escenario 5.3.1. Daño mecánico del compresor por presencia de líquido.
 Escenario 5.9.1. Fuga de gas LP por sellos.
 Escenario 5.9.2. Fuga de gas LP por corrosión.
 - Nodo 6. Cabezal de descarga de compresores No. 1 de 152 mm de diámetro.
 Escenario 6.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.
 - Nodo 7. Cabezal de descarga de compresores No. 2 de 152 mm de diámetro.
 Escenario 7.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.
 - Nodo 8. Carro tanque.
 Escenario 8.1.1. Fuga de gas LP en uniones bridadas y/o roscadas debido al represionamiento por descarga bloqueada.
 Escenario 8.7.1. Fuga de gas LP por corrosión.
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 109 de 218
---	---	---

Escenario 8.7.2. Ruptura de manguera que origina fuga de gas LP por desplazamiento del Carro tanque.

- Nodo: 9. Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 1 de 203 mm de diámetro.

Escenario 9.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

- Nodo: 10. Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 2 de 203 mm de diámetro.

Escenario 10.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

- Nodo 11. Cabezal de succión de bombas No. 1 de 203 mm de diámetro.

Escenario 11.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

- Nodo 12. Cabezal de succión de bombas No. 2 de 203 mm de diámetro.

Escenario 12.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

- Nodo 13. Bomba para llenado de autotanques.

Escenario 13.1.1. Fuga de gas LP en uniones bridadas y/o roscadas debido al represionamiento por descarga bloqueada.

Escenario 13.8.1. Fuga de gas LP por falla de sellos mecánicos.

Escenario 13.8.2. Fuga de gas LP por corrosión.

- Nodo 14. Cabezal de suministro de gas LP líquido No. 1 de 152 mm de diámetro.

Escenario 14.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

- Nodo 15. Cabezal de suministro de gas LP líquido No. 2 de 152 mm de diámetro.

Escenario 15.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

- Nodo 16. Autotanque.

Escenario 16.1.1. Fugas de gas LP en uniones bridadas y/o roscadas debido al represionamiento por descarga bloqueada.

Escenario 16.3.1. Fuga de gas LP debido al sobrellenado del autotanque.

Escenario 16.7.1. Fuga de gas LP por corrosión.

Escenario 16.7.2. Ruptura de manguera que origina fuga de gas LP por desplazamiento del autotanque.

- Nodo 17: Cabezal de retorno de gas LP vapor de 76 mm de diámetro..

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 110 de 218
---	---	---

Escenario 17.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

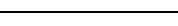
- Nodo 18. Cabezal de retorno de gas LP líquido de 76 mm de diámetro.

Escenario 18.9.1. Fuga de gas LP por corrosión.

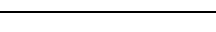
InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	111 de 218

Tabla 6.1.5-1. Evaluación de los escenarios de riesgo identificados en el análisis HAZOP

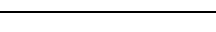
No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
1.3.1	Fuga por represionamiento debido al sobrellenado del recipiente de almacenamiento No. 1.	3	5	B	3	5	B	3	5	B	3	5	B
	Incendio.	4	5	B	4	3	B	4	5	B	4	4	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	3	B
1.7.1	Fuga de gas LP en tanque de almacenamiento por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
1.8.1	Ruptura del tanque de almacenamiento por falla de soldaduras.	3	5	B	3	4	B	3	2	M	3	4	B
	Incendio.	4	5	B	4	3	B	4	2	M	4	3	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	2	B	5	3	B
	BLEVE	5	2	B	5	3	B	5	2	B	5	3	B
2.3.1	Fuga por represionamiento debido al sobrellenado del recipiente de almacenamiento No. 1.	3	5	B	3	5	B	3	5	B	3	5	B
	Incendio.	4	5	B	4	3	B	4	5	B	4	4	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	3	B
2.7.1	Fuga de gas LP en tanque de almacenamiento por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	112 de 218

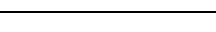
No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
2.8.1	Ruptura del tanque de almacenamiento por falla de soldaduras.	3	5	B	3	4	B	3	2	M	3	4	B
	Incendio.	4	5	B	4	3	B	4	2	M	4	3	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	2	B	5	3	B
	BLEVE	5	2	B	5	3	B	5	2	B	5	3	B
3.9.1	Cabezal de succión de compresores No. 1 de 152 mm de diámetro.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
4.9.1	Cabezal de succión de compresores No. 2 de 152	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
5.1.1	Fuga de gas LP en línea de descarga del compresor debido al represionamiento por descarga bloqueada.	3	5	B	3	4	B	3	4	B	3	5	B
	Incendio.	4	5	B	4	3	B	4	4	B	4	5	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	4	B	5	5	B
5.8.1	Fuga de gas LP por falla de sellos del compresor.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	113 de 218

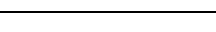
No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
5.10.2	Fuga de gas LP en tubería de descarga del compresor por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
6.9.1	Fuga de gas LP en cabezal de descarga de compresores Corken No. 1 y No. 3 de 152 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
7.9.1	Fuga de gas LP en cabezal de descarga de compresores Corken No. 2 y No. 4 de 152 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
8.1.1	Fuga de gas LP en carrotanque debido al represionamiento por descarga bloqueada.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Incendio.	4	5	B	4	4	B	4	5	B	4	5	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	114 de 218

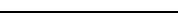
No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	5	B
8.7.1	Fuga de gas LP en tubería de toma de recepción por corrosión	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
8.7.2	Ruptura de mangueras por desplazamiento de carro tanque.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
9.9.1	Fuga de gas LP en Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 1 de 203 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
10.9.1	Fuga de gas LP en Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 1 de 203 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
11.9.1	Fuga de gas LP Cabezal de succión de bombas No. 1 de 203 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	115 de 218

No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
12.9.1	Fuga de gas LP Cabezal de succión de bombas No. 2 de 203 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	4	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	3	B
13.1.1	Fuga de gas LP en bomba para llenado de autotankes por descarga bloqueada.	4	5	B	4	4	B	4	5	B	4	5	B
	Incendio.	5	5	B	5	4	B	5	5	B	5	5	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	5	B
13.8.1	Fuga de gas LP en Bomba para llenado de autotankes por falla de sellos mecánicos.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B
13.8.2	Fuga de gas LP en la bomba para llenado de autotankes por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B
14.9.1	Fuga de gas LP en cabezal de suministro de gas LP líquido No. 1 de 152 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	116 de 218

No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B
15.9.1	Fuga de gas LP en cabezal de suministro de gas LP líquido No. 2 de 152 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión.	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B
16.1.1	Fuga de gas LP en autotank debido al represionamiento por descarga bloqueada.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Incendio.	4	5	B	4	4	B	4	5	B	4	5	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	5	B
16.3.1	Fuga de gas LP debido al sobrellenado del autotank.	3	5	B	3	5	B	3	5	B	3	5	B
	Incendio.	4	5	B	4	5	B	4	5	B	4	5	B
	Explosión.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	5	B
16.7.1	Fugas de gas LP en tubería de toma de suministro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	117 de 218

No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
16.7.2	Ruptura de mangueras por desplazamiento del autotank.	2	5	B	2	5	B	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	5	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B
17.9.1	Fuga en cabezal de retorno de gas LP vapor de 76 mm de diámetro por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B
18.9.1	Fuga de gas LP en la tubería de retorno de vapores por corrosión.	2	5	B	2	4	M	2	5	B	2	5	B
	Incendio	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Explosión	4	2	M	4	3	B	4	5	B	4	5	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 118 de 218
---	---	---

6.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS

6.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS

El análisis detallado de frecuencias tiene como objetivo la estimación de la probabilidad o la frecuencia de algunas de las situaciones (consecuencias) no deseadas identificadas durante la evaluación cualitativa de riesgos. Esta estimación tiene a su vez el objetivo de evaluar la reducción de riesgos asociada con la implantación de las recomendaciones del equipo multidisciplinario.

6.2.1.1. Estimación de frecuencia por corrosión

La probabilidad de Falla para los escenarios de pérdida de integridad de tubería y equipos existentes, se determinó usando la metodología indicada en el API-RP-581, 2008.

La probabilidad de falla se calcula usando la ecuación 1:

$$P_f(t) = gff \times D_f(t) \times F_{MS} \quad (1)$$

Donde:

gff, es la frecuencia de falla genérica.

D_f(t), factor de daño, y

F_{MS}, factor de Administración de Seguridad de los Procesos.

La frecuencia de falla genérica de un tipo de componente se estima usando los registros de todas las plantas dentro de una compañía o de varias instalaciones para una industria de proceso, de referencias bibliográficas y bases de datos de confiabilidad. Los valores que se presentan son la frecuencia de falla genérica para un componente específico sujeto a un mecanismo de daño específico.

El API-RP-581 utiliza cuatro tamaños de orificios discretos y una frecuencia asociada para modelar y evaluar los escenarios de liberación de hidrocarburos a la atmósfera que cubren toda la gama de eventos (es decir, desde pequeña fuga hasta la ruptura).

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 119 de 218
---	---	---

El factor de daño ajusta la frecuencia de falla genérica basado en los mecanismos de daño activos del componente; y considera la susceptibilidad al mecanismo de daño y/o a la velocidad a la que el daño se acumula. El factor de daño también toma en cuenta los datos históricos de inspección y la efectividad de las inspecciones del pasado y del futuro. El factor de Administración de Seguridad de los Procesos aplica controles administrativos a operaciones que involucren materiales peligrosos de manera que los riesgos del proceso estén identificados, entendidos y controlados y las lesiones e incidentes relacionadas con el proceso puedan ser eliminadas.

Tabla 6.2.1.1-1. Frecuencia de falla genérica para diferentes tamaños de orificio

Equipo	Frecuencia de falla/año			
	¼ in	1 in	4 in	Ruptura
Tubería 1 in Ø	2.8×10^{-5}	--	--	2.6×10^{-6}
Tubería 2 in Ø	2.8×10^{-5}	--	--	2.6×10^{-6}
Tubería 4 in Ø	8×10^{-6}	2.0×10^{-5}	-	2.6×10^{-6}

Ref. Table 4.1 page 2-16, Risk-Based Inspection Technology, API Recommended Practice 581, Second Edition, September 2008

Para los casos de corrosión se considerará una frecuencia de falla de 2.8×10^{-5} , que de acuerdo a la tabla 7.1-2 le corresponde un valor de frecuencia de 5.

6.2.1.2. *Árbol de eventos*

El análisis de árbol de eventos evalúa los accidentes posibles que pueden resultar de un evento iniciador específico, sea una falla de equipo o una anomalía en el proceso. Mientras que el análisis de árbol de fallas es un proceso deductivo, el análisis de árbol de eventos es un proceso inductivo (es decir, el analista comienza con un evento iniciador y desarrolla las secuencias posibles de eventos ulteriores, considerando

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 120 de 218
---	---	---

la posibilidad de éxito o fracaso de cada una de las salvaguardas o medidas de protección existentes, hasta llegar a los posibles accidentes originados por dicho evento iniciador).

Los árboles de eventos son una modificación de los árboles de decisión que se usan tradicionalmente en negocios. El árbol de eventos es una herramienta que registra la secuencia del accidente y define las relaciones entre el evento iniciador y los eventos subsecuentes, y como la combinación de estos puede resultar en un accidente. Después, si es necesario, clasifica jerárquicamente los accidentes, e identifica los accidentes más importantes mediante una evaluación cuantitativa posterior.

Un árbol de eventos es un método gráfico que muestra los diferentes escenarios de accidente que pueden resultar a partir de un evento iniciador específico. El evento iniciador se coloca al lado izquierdo del árbol de eventos. El recorrido del árbol de eventos va de izquierda a derecha y cada rama representa el éxito o fracaso de los mecanismos de protección existentes o consideraciones fenomenológicas que afectan a la naturaleza de las consecuencias del accidente. Cada recorrido del árbol de eventos representa un escenario de accidente diferente. Cada recorrido consiste en el evento iniciador y en una combinación específica de éxitos o fracasos de los mecanismos de protección o de las condiciones fenomenológicas. En cada rama, la suma de la probabilidad de éxito más la probabilidad de fracaso debe ser igual a 1.

El procedimiento general para realizar un análisis de árbol de eventos consta de 7 pasos:

- Identificar el evento iniciador de interés.
 - Identificar los mecanismos de protección (salvaguardas) destinados a tratar el evento iniciador, ya sea anulándolo o mitigándolo.
 - Construir el árbol de eventos.
 - Describir las secuencias de eventos de los posibles accidentes.
 - Determinar los subconjuntos mínimos de las secuencias de accidente.
 - Realizar el análisis cuantitativo.
 - Documentar los resultados del estudio.
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 121 de 218
---	---	---

A continuación, se describen cada uno de los pasos:

1. **Identificar el evento iniciador de interés.** El evento iniciador es una falla del equipo o sistema, un error humano (error de operador, del diseño, de los sistemas administrativos, etc.), o una anomalía en el proceso que puede ocasionar resultados diversos, dependiendo de cómo los operadores y el sistema respondan al evento. Si el evento seleccionado resulta directamente en un accidente específico, entonces es más apropiado realizar un análisis de árbol de fallas para determinar las causas de dicho evento. En la mayoría de las aplicaciones de árbol de eventos, el evento iniciador se “anticipa”; es decir, el diseño de la instalación incluye sistemas, barreras o procedimientos cuya intención es responder o mitigar los efectos del evento iniciador.
2. **Identificar los mecanismos de protección (salvaguardas) destinados a tratar el evento iniciador, ya sea anulándolo o mitigándolo.** Los mecanismos de protección, o salvaguardas, son los sistemas de seguridad, los procedimientos, las acciones de los operadores, etc. que responden al evento iniciador. Se pueden considerar como las defensas de la instalación contra el evento iniciador. Los mecanismos de protección incluyen:
 - Los sistemas de seguridad que responden automáticamente al evento iniciador, incluyendo los sistemas de paro automático.
 - Las alarmas que alertan al operador de cuando ocurre el evento iniciador.
 - Las acciones de los operadores en respuesta a las alarmas o requeridas por los procedimientos.
 - Las barreras o métodos de contención destinados a limitar los efectos del evento iniciador.

Estos mecanismos de protección influyen en el efecto final del accidente. El analista debe identificar todos los mecanismos de protección que puedan cambiar el resultado del evento iniciador, en el orden cronológico en que se espera que ocurran. La descripción de los mecanismos de protección debe establecer el propósito o intención del mecanismo de protección. El análisis de árbol de eventos considera el éxito o fracaso de los mecanismos de protección.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	122 de 218

3. **Construir el árbol de eventos.** El árbol de eventos muestra el desarrollo (generalmente cronológico) de los accidentes, empezando por el evento iniciador y procediendo a través de los éxitos y/o fracasos de los distintos mecanismos de protección o funciones fenomenológicas. El evento iniciador se coloca en la esquina izquierda de la página y los mecanismos de protección o funciones fenomenológicas se colocan, generalmente en orden cronológico, en el borde superior de la página (Figura 6.2.1.2-1). La línea negra que empieza debajo del evento iniciador señala la secuencia del accidente. Por ejemplo, la secuencia de falla del evento SG1, falla de SG2 y éxito de SG3 resulta en la consecuencia 3.

Escenario: Descripción del Escenario						
A. Evento iniciador	B. Control de Proceso	C. Alarma	D. SPPE	E. PSVs	Resultado	
	P1				Control del Proceso	AB
Ei		P2			Acción del operador	ABC
Frecuencia estimada			P3		Paro seguro del proceso	ABGD
	1-P1			P4	Desfogue de gas	ABCE
		1-P2				
			1-P3		Fuga	ABCE
				1-P4		
Notas:						

Figura 6.2.1.2-1. Ejemplo de Árbol de Eventos.

El próximo paso es evaluar las salvaguardas. Sólo se consideran dos posibilidades: éxito del mecanismo de protección y fracaso del mecanismo de protección. El analista asume que ha ocurrido el evento iniciador y decide si el éxito o fracaso del mecanismo de protección considerado afecta al curso del accidente. Si la salvaguarda afecta al accidente, entonces se inserta un nodo ramificado para distinguir entre el éxito y el fracaso del mecanismo de protección. Normalmente, el éxito se considera en la rama de arriba y el fracaso en la rama de abajo. Si el desempeño de la salvaguarda no afecta el desarrollo del accidente, entonces la línea negra continúa sin nodos hasta el próximo mecanismo de protección. Cada nodo que se desarrolla en el árbol de eventos añade recorridos

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 123 de 218
---	---	---

adicionales que deben ser evaluados individualmente para cada uno de los subsecuentes sistemas de seguridad.

4. **Describir las secuencias de eventos de los posibles accidentes.** Un paso muy importante del procedimiento de árbol de eventos es describir las secuencias de eventos del accidente. Estas secuencias representan los diferentes resultados que pueden producirse como consecuencia de un evento iniciador. Algunas secuencias pueden representar una recuperación segura, un retorno a la operación normal, o un paro a tiempo de las operaciones. Desde el punto de vista de seguridad, las secuencias más importantes son aquellas que resultan en accidentes.

El analista debe examinar los éxitos y los fracasos de los mecanismos de protección en cada una de las secuencias y describir con precisión el resultado que se espera en cada secuencia. Esta descripción debe de ser lo más precisa posible. Una vez que las secuencias han sido descritas, el analista puede clasificar jerárquicamente los accidentes de acuerdo a la gravedad de los resultados de los mismos. La estructura del árbol de eventos muestra la progresión del accidente, y de esta manera, ayuda a determinar los procedimientos o medidas de seguridad adicionales más efectivos necesarios para protegerse contra estos accidentes.

5. **Determinar los subconjuntos de corte mínimos de las secuencias de accidente.** Las secuencias de accidente de un árbol de eventos se pueden analizar de la misma manera que los árboles de fallas para resolver los subconjuntos de corte mínimos. Cada secuencia de accidente representa la unión lógica del evento iniciador y el éxito o fracaso de los sistemas de seguridad existentes. De esta manera, cada secuencia puede considerarse como un árbol de fallas con la descripción del accidente como evento SUPERIOR seguido de una puerta lógica Y que preside sobre el evento iniciador y los fallos de los mecanismos de protección pertinentes. Frecuentemente, la lógica del evento iniciador y/o de las fallas de los sistemas de seguridad es compleja y es necesario elaborar árboles de fallas individuales para cada una de las fallas de los sistemas. El árbol de eventos define las diferentes combinaciones que pueden conducir a accidentes con consecuencias de interés. El analista combina

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 125 de 218
---	---	---

Figura 6.2.1.2-2. Ejemplo de Árbol de Eventos.

Para calcular las frecuencias y probabilidades del evento iniciador y del éxito o fracaso de los mecanismos de protección o de las condiciones fenomenológicas se utilizan:

- Discusiones con el personal de la instalación con experiencia en la operación que se está estudiando y se consulta la frecuencia de operaciones en bitácoras y registros
- Bancos de datos de las fallas industriales.
- Bancos de datos de confiabilidad humana.
- Severidad de Accidentes de Transporte.

Aplicación del árbol de eventos.

La evaluación detallada de frecuencias es importante para asegurar que las suposiciones que hizo el equipo de análisis durante el desarrollo de las matrices de riesgo son razonables. Si el análisis de frecuencia de un escenario indica valores mayores o menores que las categorías de frecuencia que el equipo de análisis ha asignado a dicho escenario, entonces el equipo de análisis debe revisar las suposiciones y los datos utilizados y ajustar las categorías de frecuencias como corresponda.

Una vez seleccionados y agrupados por tipo de evento iniciador y por área o equipo asociado, se desarrollaron los árboles de eventos para cada evento iniciador estimando la frecuencia de ocurrencia para cada secuencia de accidentes de interés.

Desarrollo

Los eventos iniciadores para cada escenario son los indicados en las hojas de trabajo HAZOP.

Árbol de eventos para descarga de gas L.P.

Hay varios eventos potenciales cuando se libera gas LP. La probabilidad de un evento es diferente de la probabilidad de fuga. La probabilidad de un evento representa la probabilidad de que un fenómeno físico sea

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 126 de 218
---	---	---

observado después de que ha ocurrido la fuga de gas L.P. Los eventos potenciales para fugas de gas L.P. son:

- Dispersión segura.
- Chorro de fuego (CHOF).
- Explosión de nube de vapor (VCE)
- Flamazo (FF)
- Bola de fuego (BOLF)
- Charco de Fuego (CHAF)
- BLEVE

Los factores que definen los eventos que se desarrollarán después de una descarga de gas L.P. son la probabilidad de ignición y el tiempo de ignición.

La probabilidad de ignición es función de los siguientes parámetros del material que se descarga:

- Temperatura de auto ignición (AIT).
- Temperatura Flash.
- Rango de inflamabilidad.
- Índice de inflamabilidad NFPA.

Los árboles de eventos que se pueden presentar en una descarga de gas L.P. son los siguientes:

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	128 de 218

Escenario: Emisión continua de gas L.P. a una temperatura mayor a la temperatura de autoignición (AIT)				
Evento iniciador	Ignición directa	Ignición Tardía	Condiciones para explosión	Resultado
				Chorro de fuego
				VCE
Estado final gas				
				Flamazo
				Dispersión segura
Notas:				

Figura 6.2.1.2-5. Árbol de eventos para la emisión continua de gas L.P. a una temperatura mayor a la AIT.

Escenario: Emisión instantánea de gas L.P. a una temperatura mayor a la temperatura de autoignición (AIT)					
Evento iniciador	Ignición directa	Ignición Tardía	Condiciones para BLEVE	Condiciones para explosión	Resultado
					BLEVE
					VCE
Estado final gas					Flamazo
					VCE
					Flamazo
					Dispersión segura
Notas:					

Figura 6.2.1.2-6. Árbol de eventos para la emisión instantánea de gas L.P. a una temperatura mayor a la AIT.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 129 de 218

La probabilidad de ignición a condiciones ambientales puede ser calculada usando la ecuación 3.122. La probabilidad está en función del flujo de descarga, para el caso de emisión instantánea se considera un flujo de 25.22 kg/s. La ecuación es función del peso molecular MW, la constante C₄ igual a 2.205 y el flujo de descarga en kg/s.

$$poi_{v,n}^{amb} = \frac{\left(1.16928 - 0.39309 \cdot \ln[MW] + 0.053213 \cdot \ln[C_4 \cdot rate_{v,n}^{flam}] + 0.033904 \cdot \ln[MW]^2 + 0.0028936 \cdot \ln[C_4 \cdot rate_{v,n}^{flam}]^2 - 0.0067701 \cdot \ln[MW] \cdot \ln[C_4 \cdot rate_{v,n}^{flam}] \right)}{\left(1 + 0.0010843 \cdot \ln[MW] + 0.094276 \cdot \ln[C_4 \cdot rate_{v,n}^{flam}] + 0.029813 \cdot \ln[MW]^2 + 0.0031951 \cdot \ln[C_4 \cdot rate_{v,n}^{flam}]^2 - 0.058105 \cdot \ln[MW] \cdot \ln[C_4 \cdot rate_{v,n}^{flam}] \right)} \quad (3.122)$$

Ref. API RP 581 Risk Based Inspection Technology, Second Edition, September 2008, página 3.87

La probabilidad de ignición para una descarga de gas a una temperatura igual o mayor a la temperatura de autoignición, puede ser calculada usando la ecuación 3.124. Esta ecuación solo es función del peso molecular MW.

$$poi_v^{ait} = \max \left[0.7, 0.7 + 0.2 \left(\frac{170.0 - MW}{170.0 - 2.0} \right) \right] \quad (3.124)$$

Ref. API RP 581 Risk Based Inspection Technology, Second Edition, September 2008, página 3.87

La probabilidad de ignición a las condiciones actuales de la descarga de gas se determina usando la ecuación 3.126, esta ecuación es función de la temperatura de almacenamiento T_s en °K y la temperatura de autoignición en °K, la constante C₁₆ tiene un valor de 30.89.

$$poi_{v,n} = poi_{v,n}^{amb} + (poi_v^{ait} - poi_{v,n}^{amb}) \left(\frac{T_s - C_{16}}{AIT - C_{16}} \right) \quad (3.126)$$

Ref. API RP 581 Risk Based Inspection Technology, Second Edition, September 2008, página 3.87

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 130 de 218
---	--	--

Las probabilidades de los eventos de explosión y flamazo tienen como referencia la tabla 6.3.

Probabilidad de VCE para una emisión continua de gas 0.5.

Probabilidad de VCE para una emisión instantánea de gas 0.25.

Ref. API RP 581 Risk Based Inspection Technology, Second Edition, September 2008, página 3.124

Otros valores que se pueden usar son:

Probabilidad de ignición inmediata = 0.1.

Probabilidad de ignición tardía, si el área dentro de la instalación está clasificada eléctricamente: 0.1.

Ref. Layer of Protection Analysis, Center for Chemical Process Safety of American Institute of Chemical Engineers.

En el **Anexo F** se presentan los árboles de eventos para cada uno de los escenarios de riesgo.

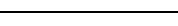
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 131 de 218
---	---	---

6.2.1.3. Resultados de la frecuencia calculada

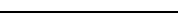
En la tabla 6.2.1.3-1 se presentan los resultados de la frecuencia calculada, para los diferentes escenarios y su ponderación equivalente en la matriz de riesgo usada en las sesiones HAZOP.

Tabla 6.2.1.3-1. Resultados de frecuencia calculada.

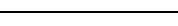
Referencia en HAZOP	Escenario	frecuencia calculada	Categoría de frecuencia Matriz de riesgo	Categoría de frecuencia HAZOP
1.3.1	Fuga por sobrellenado del recipiente de almacenamiento de 350,000 litros.	1.0E-05	5	3
	Incendio.	1.0E-06	6	4
	Explosión.	4.5E-07	7	5
1.7.1	Fuga de gas LP en recipiente de almacenamiento de 350,000 litros por corrosión.	2.8E-05	5	2
	Incendio.	2.8E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
1.8.1	Ruptura del recipiente de almacenamiento de 350,000 litros por falla de soldaduras.	1.0E-06	6	3
	Incendio.	1.0E-07	7	4
	Explosión.	4.0E-07	7	5
2.3.1	Fuga por sobrellenado del recipiente de almacenamiento de 450,000 litros.	1.0E-05	5	3
	Incendio.	1.0E-06	6	4
	Explosión.	4.5E-07	7	5
2.7.1	Fuga de gas LP en recipiente de almacenamiento de 450,000 litros por corrosión.	2.8E-05	5	2

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	132 de 218

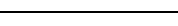
Referencia en HAZOP	Escenario	frecuencia calculada	Categoría de frecuencia Matriz de riesgo	Categoría de frecuencia HAZOP
	Incendio.	2.8E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
2.8.1	Ruptura del recipiente de almacenamiento de 450,000 litros por falla de soldaduras.	1.0E-06	6	3
	Incendio.	1.0E-07	7	4
	Explosión.	4.0E-07	7	5
3.9.1	Fuga de gas LP en Cabezal de succión de compresores No. 1 por corrosión.	2.8E-05	5	2
	Incendio.	2.8E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
4.9.1	Fuga de gas LP en Cabezal de succión de compresores No. 2 por corrosión.	2.8E-05	5	2
	Incendio.	2.8E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
5.1.1	Fuga en tubería de descarga del compresor debido al represionamiento por descarga bloqueada.	2.00E-05	5	3
	Incendio	2.00E-06	6	4
	Explosión	9.00E-07	7	5
5.9.1	Fuga de gas LP por falla de sellos del compresor.	3.30E-04	4	2
	Incendio	3.30E-05	5	3
	Explosión	1.49E-05	5	4

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	133 de 218

Referencia en HAZOP	Escenario	frecuencia calculada	Categoría de frecuencia Matriz de riesgo	Categoría de frecuencia HAZOP
5.9.2	Fuga en la línea de descarga del compresor por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-07	7	3
	Explosión.	1.26E-07	7	4
6.9.1	Fuga de gas LP en Cabezal de descarga de compresores No. 1 por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
7.9.1	Fuga de gas LP en Cabezal de descarga de compresores No. 2 por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
8.1.1	Fuga de gas LP en Carrotanque debido a que no se alinea la descarga de gas líquido.	2.00E-05	5	3
	Incendio.	2.00E-06	6	4
	Explosión.	9.00E-07	7	5
8.7.1	Fuga de gas LP en tubería de toma de recepción por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
8.7.2	Ruptura de manguera por desplazamiento del Carro Tanque.	2.80E-03	3	2

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	134 de 218

Referencia en HAZOP	Escenario	frecuencia calculada	Categoría de frecuencia Matriz de riesgo	Categoría de frecuencia HAZOP
	Incendio.	2.00E-05	5	3
	Explosión.	9.00E-06	6	4
9.9.1	Fuga en Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 1 por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
10.9.1	Fuga en Cabezal de recepción de gas LP líquido No. 2 por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
11.9.1	Fuga en Cabezal de succión de bombas No. 1 por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
13.1.1	Fuga en bomba para llenado de autotanques por descarga bloqueada.	2.00E-05	5	2
	Incendio.	2.00E-06	6	3
	Explosión.	9.00E-07	7	4
13.8.1	Fuga de gas LP por falla de sellos de bomba de suministro.	8.00E-03	3	2
	Incendio.	8.00E-04	4	3
	Explosión.	3.60E-04	4	4

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	135 de 218

Referencia en HAZOP	Escenario	frecuencia calculada	Categoría de frecuencia Matriz de riesgo	Categoría de frecuencia HAZOP
13.8.2	Fuga en tubería de descarga de bomba de llenado para autotankes por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
14.9.1	Fuga en Cabezal de suministro de gas LP líquido No. 1 por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
15.9.1	Fuga en Cabezal de suministro de gas LP líquido No. 2 por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
16.1.1	Fuga de gas LP en autotankes debido a que no se alinea la válvula de retorno de vapores.	2.00E-07	7	3
	Incendio.	2.00E-08	7	4
	Explosión.	9.00E-09	7	5
16.3.1	Fuga por sobrellenado del autotankes.	1.00E-04	4	3
	Incendio.	1.00E-05	6	4
	Explosión.	4.50E-07	7	5
16.7.1	Fuga en tubería de toma de suministro por corrosión.	2.80E-05	5	2

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 136 de 218
---	---	---

Referencia en HAZOP	Escenario	frecuencia calculada	Categoría de frecuencia Matriz de riesgo	Categoría de frecuencia HAZOP
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
16.7.2	Ruptura de manguera que origina fuga de gas LP por desplazamiento del autotanke.	2.00E-03	3	2
	Incendio.	2.00E-05	5	3
	Explosión.	9.00E-06	6	4
17.9.1	Fuga en tubería de retorno de gas LP vapor por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4
18.9.1	Fuga en tubería de retorno de gas LP líquido por corrosión.	2.80E-05	5	2
	Incendio.	2.80E-06	6	3
	Explosión.	1.26E-06	6	4

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 137 de 218
---	---	---

CONDICIONES REQUERIDAS PARA QUE SE PRODUZCA UN BLEVE

Sobrecalentamiento y despresurización

Mientras que la explosión de un tanque que contiene un líquido inflamable presurizado casi siempre conducirá a una bola de fuego, la explosión no siempre se puede considerar estrictamente un BLEVE. Para calificar como este tipo de explosión, deben cumplirse las siguientes condiciones (Reid, 1979; Man 'as, 1984, Bestrate'n y Turmo, 1991a, Birk, 1995):

Sobrecalentamiento significativo del líquido. La mayoría de los gases licuados bajo ataque de fuego (GLP, amoníaco, cloro) cumplen esta condición; También puede ser satisfecho por otros líquidos contenidos en recipientes cerrados que sufren un calentamiento anómalo, por ejemplo, debido a un incendio; y como se ha indicado antes, el agua también puede estar en esta condición tras la despresurización instantánea.

Despresurización instantánea. Este fenómeno suele estar relacionado con el tipo de falla del recipiente. La caída repentina de presión en el recipiente como causa de falla provoca el sobrecalentamiento del líquido. Si el sobrecalentamiento del líquido es significativo, el flasheo puede ser explosivo.

Cuando se cumplen estas dos condiciones, se produce una evaporación prácticamente instantánea de los contenidos, con la formación de un gran número de núcleos hirviendo en toda la masa líquida (nucleación homogénea). En estas condiciones, la velocidad a la que el volumen aumenta es extraordinaria y la explosión es por lo tanto muy violenta. Estrictamente hablando, este es el fenómeno asociado con la explosión BLEVE.

El instante en que un BLEVE puede ocurrir en un tanque expuesto al fuego depende de los siguientes factores:

1. Flujo térmico del fuego, que será una función de la distancia de la llama a el tanque y dependerá de si hay choque de llama y el tipo de llama (fuego de la piscina, incendio, etc.)
2. Diámetro del tanque
3. Nivel de llenado del tanque
4. Capacidad de liberación de las válvulas de seguridad
5. Existencia de una capa (con cierto espesor) de material aislante (protección pasiva)

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 138 de 218

La frecuencia que se usará para el evento de BLEVE será la siguiente:

Type of release	Failure rate (per vessel year)
BLEVE	1.0E-05

Fuente: HSE Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments. PCAG chp_6K Version 12. 28/06/12

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 139 de 218
---	---	---

6.2.2. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS

6.2.2.1. Selección de escenarios de riesgos identificados en las sesiones HAZOP

Para la estimación de consecuencias se seleccionaron los siguientes escenarios de riesgos, identificados en las sesiones de trabajo HAZOP y también los indicados en el punto 6.9 “Evaluación de Consecuencias”, de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

Estos escenarios son representativos de los posibles casos de fuga de gas LP que se pudiesen presentar.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
PD-INTERSIM-CA-001	Ruptura de manguera en toma de recepción por desplazamiento de carrotanque que origina fuga de gas LP, diámetro equivalente del orificio 2”.	NOM-001-SESH-2014
PD-INTERSIM-CMP-002	Fuga de gas LP en tubería de toma de recepción por corrosión, diámetro equivalente del orificio 0.4”.	8.7.1
PD-INTERSIM-CA-003	Ruptura de manguera en toma de suministro por desplazamiento del autotanque que origina fuga de gas LP, diámetro equivalente del orificio 2”.	NOM-001-SESH-2014
PD-INTERSIM-CMP-004	Fuga de gas LP en tubería de toma de suministro por corrosión, diámetro equivalente del orificio 0.4”.	16.7.1
PD-INTERSIM-CMP-005	Fuga de gas LP en tanque de almacenamiento de 350,000 litros por corrosión, diámetro equivalente del orificio 0.6”.	1.7.1
PD-INTERSIM-CMP-006	Fuga de gas LP en tanque de almacenamiento de 450,000 litros por corrosión, diámetro equivalente del orificio 0.6”.	1.8.1
PD-INTERSIM-PC-007	BLEVE del tanque de almacenamiento de 350,000 litros por fuego externo.	NOM-001-SESH-2014
PD-INTERSIM-PC-008	BLEVE del tanque de almacenamiento de 450,000 litros por fuego externo.	NOM-001-SESH-2014

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 140 de 218
---	---	---

6.2.2.2. **Cálculo de inventarios:**

Escenario PD-INTERSIM-CA-001. Para estimar el inventario en el caso de Ruptura de la manguera de trasvase se consideraron las siguientes condiciones de operación 210.18 psi y 22 °C.

Capacidad del compresor: 214.8 gpm (0.013 m³/s).

Densidad del gas LP líquido a condiciones de P y T: 533 kg/m³.

Caudal másico: (0.013 m³/s)(533 kg/m³) = 6.929 kg/s.

Tiempo de cierre de válvulas de exceso de flujo 5s.

Masa relevada: (6.929 kg/s)(5s) = 34.645 kg.

Masa contenida en la manguera:

Diámetro de la manguera: 2".

Área: 0.002 m².

Considerando una longitud de 8m.

Volumen contenido: 0.016 m³.

Masa contenida: (0.016 m³)(533 kg/m³) = 8.528 kg.

Masa total relevada: 34.645 kg + 8.528 kg = 43.173 kg.

Escenario PD-INTERSIM-CMP-002. Para estimar el inventario en el caso de fuga de Gas LP en la toma de recepción, se consideraron las siguientes condiciones de operación 210.1 psi y 22 °C. Se consideró un diámetro equivalente de fuga de 0.4 pulgadas y un tiempo de fuga de 600s considerando el tiempo de respuesta del personal operativo. El inventario que se fuga es de 1152 kg.

Escenario PD-INTERSIM-CA-003. Para estimar el inventario del escenario ruptura de la manguera de carga a autotank se consideró lo siguiente:

Capacidad de la bomba No. 2: 220 gpm (0.01387 m³/s).

Densidad del gas LP líquido a condiciones de P y T: 533 kg/m³.

Caudal másico: (0.01387 m³/s)(533 kg/m³) = 7.397 kg/s.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 141 de 218
---	---	---

Tiempo de cierre de válvulas de exceso de flujo 5s.

Masa relevada: $(7.397 \text{ kg/s})(5\text{s}) = 36.985 \text{ kg}$.

Masa contenida en la manguera:

Diámetro de la manguera: 2".

Área: 0.002 m^2 .

Considerando una longitud de 8m.

Volumen contenido: 0.016 m^3 .

Masa contenida: $(0.016 \text{ m}^3)(533 \text{ kg/m}^3) = 8.528 \text{ kg}$.

Masa total relevada: $36.985 \text{ kg} + 8.528 \text{ kg} = 45.513 \text{ kg}$.

Escenario PD-INTERSIM-CMP-004. Para estimar el inventario en el caso de fuga en toma de suministro se consideraron las siguientes condiciones de operación 153.18 psi y 22 °C. Se consideró un diámetro equivalente de fuga de 0.4 pulgadas y un tiempo de fuga de 600s considerando el tiempo de respuesta del personal operativo. El inventario que se fuga es de 976 kg.

Escenario PD-INTERSIM-CMP-005. Para estimar el inventario en el caso de fuga de Gas LP en el tanque de almacenamiento de 350,000 litros, se consideraron las siguientes condiciones de operación 210.1 psi y 22 °C. Se consideró un diámetro equivalente de fuga de 0.6 pulgadas y un tiempo de fuga de 900s considerando el tiempo de respuesta del personal operativo. El inventario que se fuga es de 3923.1 kg.

Escenario PD-INTERSIM-CMP-006. Para estimar el inventario en el caso de fuga de Gas LP en el tanque de almacenamiento de 450,000 litros, se consideraron las siguientes condiciones de operación 210.1 psi y 22 °C. Se consideró un diámetro equivalente de fuga de 0.6 pulgadas y un tiempo de fuga de 900s considerando el tiempo de respuesta del personal operativo. El inventario que se fuga es de 3923.1 kg.

Escenario PD-INTERSIM-PC-007. BLEVE del tanque de almacenamiento de 350,000 litros por fuego externo. Se considera que el tanque se encuentra lleno al 60% y que alcanza la presión de diseño 250 psi. La masa contenida a condiciones de P y T es de 126,000 kg.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 142 de 218
---	---	---

Escenario PD-INTERSIM-PC-008. BLEVE Tanque de almacenamiento de 450,000 litros. Se considera que el tanque se encuentra lleno al 60% y que alcanza la presión de diseño 250 psi. La masa contenida a condiciones de P y T es de 162,000 kg.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	143 de 218

6.2.2.3. Planteamiento de escenarios

Escenario PD-INTERSIM-CA-001

I. DATOS GENERALES									
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST	
Proyecto:	Planta de Distribución de gas LP INTERSIM								
II. DATOS DEL ESCENARIO									
Clave.	PD-INTERSIM-CA-001			Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo		
Descripción:	Ruptura de manguera en boca terminal de gas LP líquido de la toma de recepción.			Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable
						X		X	
Modelo empleado en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión	Nube tóxica		
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)				
	X		X		X				X
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)									
Nombre de la sustancia:	Gas Licuado de Petróleo GLP								
Composición				Propiedades					
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN									
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)				
					X		Manguera		
Longitud (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones		2 pulgadas de diámetro y 8m de longitud		
Condiciones de operación					Estado físico				
Presión (psia)	Temperatura (°C)		Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)				Líquido	Vapor	Líquido/vapor
					En el recipiente		X		
156.4	22.0		6.92		En el punto de fuga				X
Tipo de fuga						Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente			
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)	
	X						X		
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique		
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)		Altura hidráulica (m)	Área del dique (m²)		
2	3.14			4.86		No aplica	Sin dique		

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.				Proyecto:	InterSIM
					Fecha:	Octubre-2021
					Rev.	0
					Página:	144 de 218

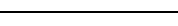
Dirección de la fuga						Tipo de liberación	
Vertical	Horizontal	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva
	X				0	X	
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)				Inventario fugado (kg)		Tasa de liberación (kg/s)	
5				43.17			
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO							
Estabilidad atmosférica		B					
Temperatura atmosférica (°C)		22.0					
Presión atmosférica (mmHg)		757.5					
Porcentaje de humedad relativa		50					
Dirección de vientos dominantes		Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s)		3.0		
Tipo de suelo (rugosidad empleada)		0.3					

VI. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
		Bola de fuego	30.65	53.69	103.53	UVCE	26.74	44.32	66.37

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	145 de 218

Escenario PD-INTERSIM-CA-002

I. DATOS GENERALES									
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST	
Proyecto:	Planta de Distribución de gas LP INTERSIM								
II. DATOS DEL ESCENARIO									
Clave.	PD-INTERSIM-CMP-002			Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo		
Descripción:	Fuga de gas LP en tubería de trasvase de gas LP líquido de la toma de recepción por corrosión.			Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable
					X				
Modelo empleado en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión		Nube tóxica	
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)				
X			X		X			X	
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)									
Nombre de la sustancia:	Gas Licuado de Petróleo GLP								
Composición				Propiedades					
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN									
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)				
			X						
Altura (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones				
			8	0.0508					
Condiciones de operación					Estado físico				
Presión (psia)	Temperatura (°C)	Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)					Líquido	Vapor	Líquido/vapor
156.4	22.0	46.8			En el recipiente		X		
					En el punto de fuga				X
Tipo de fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente				
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)	
X							X		
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique		
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)		Altura hidráulica (m)	Área del dique (m²)		
0.4	0.125	0.6		4.86		No aplica	Sin dique		
Dirección de la fuga							Tipo de liberación		
Vertical	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada	Grados	Continua	Masiva
	X						0	X	

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	146 de 218

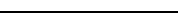
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)	Inventario fugado (kg)		Tasa de liberación (kg/s)	
600	1152		1.92	
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO				
Estabilidad atmosférica	B			
Temperatura atmosférica (°C)	22.0			
Presión atmosférica (mmHg)	757.5			
Porcentaje de humedad relativa	50			
Dirección de vientos dominantes	Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s)	3.0	
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	0.3			

VI. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m²	5 kW/m²	1.4 kW/m²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
		Dardo de fuego	23.79	30.14	44.50	UVCE	15.09	20.44	27.15

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	147 de 218

Escenario PD-INTERSIM-CA-003

I. DATOS GENERALES									
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST	
Proyecto:	Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo INTERSIM								
II. DATOS DEL ESCENARIO									
Clave.	PD-INTERSIM-CA-003			Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo		
Descripción:	Ruptura de manguera en boca terminal de gas LP líquido de la toma de suministro.			Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable
						X		X	
Modelo empleado en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión	Nube tóxica		
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)				
	X		X		X				X
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)									
Nombre de la sustancia:	Gas Licuado de Petróleo GLP								
Composición				Propiedades					
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN									
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)				
					X		Manguera		
Altura (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones		2 pulgadas de diámetro y 8m de longitud.		
Condiciones de operación					Estado físico				
Presión (psia)	Temperatura (°C)	Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)					Líquido	Vapor	Líquido/vapor
					En el recipiente		X		
156.4	22.0				En el punto de fuga				X
Tipo de fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente				
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)	
	X						X		
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique		
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)		Altura hidráulica (m)	Área del dique (m²)		
2	3.14			0.6		No aplica	Sin dique		
Dirección de la fuga							Tipo de liberación		
Vertical	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada	Grados	Continua	Masiva
	X						0		X

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	148 de 218

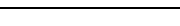
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)		Inventario fugado (kg)		Tasa de liberación (kg/s)	
5		45.51			
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO					
Estabilidad atmosférica	B				
Temperatura atmosférica (°C)	22.0				
Presión atmosférica (mmHg)	757.5				
Porcentaje de humedad relativa	50				
Dirección de vientos dominantes	Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s)	3.0		
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	0.3				

VI. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m²	5 kW/m²	1.4 kW/m²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
		Bola de fuego	29.09	51.81	100.4	UVCE	69.03	52.50	69.03

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	149 de 218

Escenario PD-INTERSIM-CMP-004

I. DATOS GENERALES										
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST		
Proyecto:	Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo INTERSIM									
II. DATOS DEL ESCENARIO										
Clave.	PD-INTERSIM-CMP-004				Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo		
Descripción:	Fuga de gas LP líquido en tubería de toma de suministro.				Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable
						X				
Modelo empleado en la simulación										
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión	Nube tóxica			
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)					
X			X		X					X
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)										
Nombre de la sustancia:		Gas Licuado de Petróleo GLP								
Composición				Propiedades						
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa	
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C	
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C	
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN										
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)		Manguera			
			X							
Altura (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones					
			8	0.0508						
Condiciones de operación					Estado físico					
Presión (psia)	Temperatura (°C)		Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)		En el recipiente		Líquido	Vapor	Líquido/vapor	
156.4	22.0		49.932		En el punto de fuga				X	
Tipo de fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente					
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)		
X							X			
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique			
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)		Altura hidráulica (m)	Área del dique (m²)			
0.4	0.125	0.6		0.6		No aplica	Sin dique			
Dirección de la fuga							Tipo de liberación			
Vertical	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada	Grados	Continua	Masiva	
	X						0	X		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	150 de 218

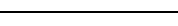
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)	Inventario fugado (kg)	Tasa de liberación (kg/s)
600	972	1.62
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO		
Estabilidad atmosférica	B	
Temperatura atmosférica (°C)	22.0	
Presión atmosférica (mmHg)	757.5	
Porcentaje de humedad relativa	50	
Dirección de vientos dominantes	Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s) 3.0
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	0.3	

VI. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
		Dardo de fuego	23.90	29.19	41.88	UVCE	41.26	32.94	41.26

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	151 de 218

Escenario PD-INTERSIM-CMP-005

I. DATOS GENERALES									
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST	
Proyecto:	Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo INTERSIM								
II. DATOS DEL ESCENARIO									
Clave.	PD-INTERSIM-CMP-005			Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo		
Descripción:	Fuga de gas LP en recipiente de almacenamiento de 350,000 litros por corrosión.			Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable
					X				
Modelo empleado en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión	Nube tóxica		
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)				
X			X		X				X
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)									
Nombre de la sustancia:	Gas Licuado de Petróleo GLP								
Composición				Propiedades					
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN									
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)				
X									
Longitud (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones				
34.15	3.698								
Condiciones de operación					Estado físico				
Presión (psia)	Temperatura (°C)	Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)					Líquido	Vapor	Líquido/vapor
156.4	22.0				En el recipiente		X		
					En el punto de fuga				X
Tipo de fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente				
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)	
X							X		
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique		
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)	Altura hidráulica (m)		Área del dique (m²)		
0.6	0.282	0.6		0.6	No aplica		Sin dique		
Dirección de la fuga							Tipo de liberación		
Vertical	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva	
	X					0	X		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	152 de 218

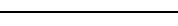
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)		Inventario fugado (kg)		Tasa de liberación (kg/s)	
900		3923.1		4.359	
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO					
Estabilidad atmosférica	B				
Temperatura atmosférica (°C)	22.0				
Presión atmosférica (mmHg)	757.5				
Porcentaje de humedad relativa	50				
Dirección de vientos dominantes	Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s)	3.0		
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	0.3				

VI. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m²	5 kW/m²	1.4 kW/m²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
		Dardo de fuego	37.0	45.52	66.04	UVCE	28.71	37.87	49.35

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	153 de 218

Escenario PD-INTERSIM-CMP-006

I. DATOS GENERALES										
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST		
Proyecto:	Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo INTERSIM									
II. DATOS DEL ESCENARIO										
Clave.	PD-INTERSIM-CMP-005			Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo			
Descripción:	Fuga de gas LP en recipiente de almacenamiento de 450,000 litros por corrosión.			Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable	
					X					
Modelo empleado en la simulación										
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión				Nube tóxica
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)					
X			X		X					X
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)										
Nombre de la sustancia:	Gas Licuado de Petróleo GLP									
Composición				Propiedades						
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa	
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C	
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C	
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN										
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)					
Longitud (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones					
44.74	3.698									
Condiciones de operación					Estado físico					
Presión (psia)	Temperatura (°C)		Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)				Líquido	Vapor	Líquido/vapor	
156.4	22.0				En el recipiente		X			
					En el punto de fuga				X	
Tipo de fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente					
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)		
X							X			
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique			
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)		Altura hidráulica (m)	Área del dique (m²)			
0.6	0.282	0.6		0.6		No aplica	Sin dique			
Dirección de la fuga							Tipo de liberación			
Vertical	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada	Grados	Continua	Masiva	
	X						0	X		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	154 de 218

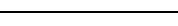
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)	Inventario fugado (kg)	Tasa de liberación (kg/s)
900	3923.1	4.359
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO		
Estabilidad atmosférica	B	
Temperatura atmosférica (°C)	22.0	
Presión atmosférica (mmHg)	757.5	
Porcentaje de humedad relativa	50	
Dirección de vientos dominantes	Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s) 3.0
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	0.3	

VI. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
		Dardo de fuego	37.05	45.52	66.04	UVCE	28.71	37.87	49.35

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	155 de 218

Escenario PD-INTERSIM-PC -007

I. DATOS GENERALES									
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST	
Proyecto:	Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo INTERSIM								
II. DATOS DEL ESCENARIO									
Clave.	PD-INTERSIM-PC-007			Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo		
Descripción:	BLEVE de recipiente de almacenamiento de 350,000 litros de capacidad.			Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable
				X					
Modelo empleado en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión		Nube tóxica	
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)				
	X								
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)									
Nombre de la sustancia:	Gas Licuado de Petróleo GLP								
Composición				Propiedades					
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN									
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)				
X			X						
Longitud (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones				
34.15	3.698								
Condiciones de operación					Estado físico				
Presión (psia)	Temperatura (°C)	Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)					Líquido	Vapor	Líquido/vapor
250.0	81.0				En el recipiente			X	
					En el punto de fuga			X	
Tipo de fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente				
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)	
	X						X		
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique		
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)	Altura hidráulica (m)		Área del dique (m²)		
				2	No aplica		Sin dique		
Dirección de la fuga							Tipo de liberación		
Vertical	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva	
X						90		X	

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	156 de 218

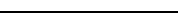
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)	Inventario fugado (kg)		Tasa de liberación (kg/s)	
18.05	126,000			
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO				
Estabilidad atmosférica	B			
Temperatura atmosférica (°C)	22.0			
Presión atmosférica (mmHg)	757.5			
Porcentaje de humedad relativa	50			
Dirección de vientos dominantes	Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s)	3.0	
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	0.3			

VII. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
N/A	N/A	Bola de fuego	563.0	918.0	1691.37	BLEVE	122.19	226.3	375.16

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Proyecto:	InterSIM
			Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	157 de 218

Escenario PD-INTERSIM-PC -008

I. DATOS GENERALES									
Elaboró:	Francisco Morales Hernández			Fecha:	junio 2021		Software de Simulación	PHAST	
Proyecto:	Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo INTERSIM								
II. DATOS DEL ESCENARIO									
Clave.	PD-INTERSIM-PC-007			Tipo de caso			Región de riesgo del caso alternativo		
Descripción:	BLEVE de recipiente de almacenamiento de 450,000 litros de capacidad.			Peor Caso	Caso más Probable	Caso alternativo	No Tolerable	ALARP	Tolerable
				X					
Modelo empleado en la simulación									
Dardo de fuego (jet fire)	BLEVE/Bola de fuego (Fireball)	Charco de fuego (Pool fire)	Flamazo de nube de vapor (Flash fire)	Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión		Nube tóxica	
				Confinada (CVCE)	No Confinada (UVCE)				
	X								
III. SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)									
Nombre de la sustancia:	Gas Licuado de Petróleo GLP								
Composición				Propiedades					
Componente	% mol	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV-TWA ppm	Densidad kg/m3	Presión de vapor Kpa
n-Propano	60	--	--	9.5	2.2	2100	1000	1.868 @ 20°C	853 @ 21.1°C
n-Butano	40	--	--	8.4	1.8	N/D	800	2.544 @ 20°C	213.7 @ 21.1 °C
IV. CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN									
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro (especifique)				
X			X						
Longitud (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Dimensiones				
44.74	3.698								
Condiciones de operación					Estado físico				
Presión (psia)	Temperatura (°C)	Flujo en caso de tubería (m³/h @ NPT)					Líquido	Vapor	Líquido/vapor
250.0	81.0				En el recipiente			X	
					En el punto de fuga			X	
Tipo de fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente				
Orificio en cuerpo o tubería	Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	Otro (especifique)	
	X						X		
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique		
Diámetro (plg)	Área (plg²)	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)	Altura hidráulica (m)		Área del dique (m²)		
				2	No aplica		Sin dique		
Dirección de la fuga							Tipo de liberación		
Vertical	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva	
X						90		X	

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	158 de 218

Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que se deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)	Inventario fugado (kg)	Tasa de liberación (kg/s)
19.27	162,000	
V. CONDICIONES ATMOSFERICAS Y TIPO DE SUELO		
Estabilidad atmosférica	B	
Temperatura atmosférica (°C)	22.0	
Presión atmosférica (mmHg)	757.5	
Porcentaje de humedad relativa	50	
Dirección de vientos dominantes	Noreste-Sureste	Velocidad del viento (m/s) 3.0
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	0.3	

VIII. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)									
Radios por toxicidad (m)		Radios por radiación térmica (m)				Radios por sobrepresión (m)			
Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH 2100 ppm	TLV _{15 min} 1000 ppm		12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²		3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
N/A	N/A	Bola de fuego	606.3	909.8	1820.68	BLEVE	246.1	132.8	407.94

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 159 de 218
---	---	---

6.2.2.4. Criterios para la estimación de consecuencias

Para determinar los radios de afectación por onda expansiva, se utilizarán los niveles de sobrepresión de 0.5 psi para la zona de amortiguamiento y 1 psi para la zona de alto riesgo.

Para determinar los radios de afectación por radiación térmica se utilizarán los niveles de radiación térmica de 1.4 kW/m² (400 BTU/ft²hr) para la zona de amortiguamiento y 5 kW/m² (1500 BTU/ft²hr) para la zona de alto riesgo.

Para determinar los radios de afectación por concentración de materiales tóxicos se utilizarán los valores de concentración referenciados al TLV₈ o TLV₁₅ para la zona de amortiguamiento y valores de concentración referenciados al IDLH para la zona de alto riesgo.

Los efectos a las instalaciones y al personal se estimarán usando los parámetros establecidos en las tablas 6.2.2.4-1, 6.2.2.4-2 y 6.2.2.4-3.

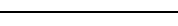
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	160 de 218

Tabla 6.2.2.4-1. Efectos por onda expansiva para cada valor de pico por sobrepresión

PRESIÓN (Psig)	DAÑO
0.02	Ruido molesto (137 dB de frecuencia 10-15 Hz)
0.03	Ruptura ocasional de grandes ventanales bajo tensión
0.04	Ruido fuerte (143 dB), falla de cristales por ondas sónicas
0.1	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión
0.15	Presión típica para ruptura de cristales
0.3	"Distancia segura" (probabilidad 0.95 sin daño serio más allá de este valor), límite de proyectiles; algún daño a techos de casas; 10% de ventanas rotas
0.4	Daño estructural secundario limitado
0.5 - 1.0	Generalmente se estrellan grandes y pequeñas ventanas, daño ocasional a marcos de ventanas
0.7	Daño menor a estructuras de casas
1.0	Demolición parcial de casas, se vuelven inhabitables, <i>máxima velocidad de viento de 79.7 Km/h</i>
1-2	Destrozo de asbesto corrugado; ceden fijaciones de paneles de aluminio o acero corrugado, falla segura seguida por deformación; ceden fijaciones de paneles de madera (estándar en viviendas), golpe en paneles
1.3	Marcos de acero de edificios con revestimiento levemente distorsionados
2	Colapso parcial de paredes y techos de casas
2-3	Muros de bloque y concreto, no reforzadas, destruidas
2.3	Límite inferior de daño estructural serio
2.5	50 % de destrucción de casas de ladrillo
3	Máquinas pesadas (3000 lb en edificios industriales sufren daños pequeños, estructuras de acero torcidos y desprendidos de sus cimientos, <i>máxima velocidad de viento de 178.6 Km/h</i>
3-4	Edificios de paneles de acero sin estructura o de autoformación demolidos; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo
4	Ruptura de revestimiento de edificios industriales ligeros
5	Postes de teléfono de madera se rompen; prensa hidráulica alta (40 000 lb) en edificios levemente dañada, <i>máxima velocidad de viento de 260.8 Km/h</i>
5-7	Destrucción casi completa de casas
7	Vagones de ferrocarril de carga pesada volcados
7-8	Paneles de ladrillo de 8-12 pulgadas de grosor, no reforzados, ceden por deslizamiento o curvatura
9	Furgones con carga totalmente destruidos
10	Probable destrucción de edificios, maquinaria pesada (7000 lb) desplazada y muy dañada, maquinaria muy pesada (12 000 lb) sobrevive, <i>máxima velocidad de viento de 294 Km/h.</i>
300	Límite de orilla de cráter.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 161 de 218

Tabla 6.2.2.4-2. Efectos al personal por Radiación Térmica

Intensidad de Radiación (KW/m ²)	Efecto observado
1.6	No causará molestias por exposición prolongada
4	Suficiente para ocasionar dolor al personal si no alcanzan a ponerse a salvo en 20 segundos, sin embargo, es probable la aparición de ampulla (quemaduras de segundo grado); letalidad de 0%
9.5	Umbral de dolor alcanzado luego de 8 segundos, quemaduras de segundo grado luego de 20 segundos
12.5	Energía mínima requerida para el encendido guiado de madera, fusión de tubería de plástico
25	Energía mínima requerida para encender madera a exposiciones indefinidamente prolongadas (no guiadas)
37.5	Suficiente para ocasionar daño a equipo de proceso

Tabla 6.2.2.4-3. Tiempo de exposición necesario para alcanzar el umbral de dolor (API 521)

Intensidad de radiación (Btu/hr/ft ²)	Intensidad de radiación kW/m ²	Tiempo para alcanzar el umbral de dolor (s)
500	1.74	60
740	2.33	40
920	2.90	30
1500	4.73	16
2200	6.94	9
3000	9.46	6
3700	11.67	4
6300	19.87	2

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 162 de 218
---	---	---

6.2.2.5. Resultados

Los resultados obtenidos sobrestiman los radios de afectación, ya que no se considera las variaciones de presión en el sistema y la presencia de obstáculos.

Escenario PD-INTERSIM-CA-001. Ruptura de manguera en toma de recepción por desplazamiento del carrotanque que origina fuga de gas LP, diámetro equivalente del orificio 2”.

Se descargan casi de manera instantánea 43.1 kg. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del puerto de emisión en dirección NE-SO (vientos dominantes) o ENE-OSO (vientos reinantes). La nube alcanza su límite inferior de inflamabilidad (LFL) a los 16.2m. El 0.5LFL se alcanza a los 48.2m.

En caso de encontrar una fuente de ignición temprana se originará una bola de fuego (BOLF). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por radiación térmica están delimitadas en un radio de 53.6m y 103.3m respectivamente. La zona de alto riesgo afecta las siguientes áreas: cuarto de vigilancia, oficinas generales, cuarto eléctrico, cuarto de mantenimiento, cuarto de bombas, tomas de recepción, carrotanques y área de compresores 1. El personal que se localice en estas áreas puede sufrir quemaduras de 2do grado. El equipo no presentará daño.

En caso de que la nube se ponga en contacto con una fuente de ignición tardía se originara una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 44.3m y 66.3m respectivamente. La zona de alto riesgo afecta las siguientes áreas: Barda perimetral al norte de la planta, cuarto de vigilancia, cuarto eléctrico, cuarto de mantenimiento, cuarto de bombas, tomas de recepción, carrotanques y área de compresores 1. Los carrotanques que se localicen en la toma de recepción pueden ser dañados generando otros incendios y/o explosiones.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
Fuga	5	4	5	5
Incendio	2	3	5	4
Explosión	2	3	5	4

Escenario PD-INTERSIM-CMP-002. Fuga de gas LP en tubería de toma de recepción por corrosión, diámetro equivalente del orificio 0.4”.

Se descargan 1.92 kg/s. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del puerto de emisión en dirección NE-SO (vientos dominantes) o ENE-OSO (vientos reinantes). La nube alcanza su límite inferior de inflamabilidad (LFL) a los 17.4m. El 0.5LFL se alcanza a los 26.5m.

En caso de encontrar una fuente de ignición temprana se originará un incendio de chorro (CHOF). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por radiación térmica están delimitadas en un radio de 30.1m y 44.5m

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 163 de 218
---	---	---

respectivamente. La zona de alto riesgo no rebasa los límites de la propiedad. Los equipos que se pudiesen ver afectados son algunos carrotanques y tomas de recepción.

En caso de que la nube se ponga en contacto con una fuente de ignición tardía se originara una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 44.3m y 66.3m respectivamente. La zona de alto riesgo no rebasa los límites de la propiedad. Los carrotanques que se localicen en la toma de recepción pueden ser dañados generando otros incendios y/o explosiones.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
Fuga	5	4	3	5
Incendio	2	3	3	4
Explosión	2	3	3	3

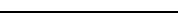
Escenario PD-INTERSIM-CA-003. Ruptura de manguera en toma de suministro por desplazamiento del autotanque que origina fuga de gas LP, diámetro equivalente del orificio 2".

Se descargan casi de manera instantánea 45.51 kg. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del puerto de emisión en dirección NE-SO (vientos dominantes) o ENE-OSO (vientos reinantes). La nube alcanza su límite inferior de inflamabilidad (LFL) a los 37.9m. El 0.5LFL se alcanza a los 69.9m.

En caso de encontrar una fuente de ignición temprana se originará una bola de fuego (BOLF). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por radiación térmica están delimitadas en un radio de 51.8m y 100.4m respectivamente. La zona de alto riesgo rebasa los límites de la propiedad alcanzando los límites de la planta Ferrogranos. Los equipos que pueden ser afectados son los tanques de almacenamiento de 350,000 litros y el área de tomas de suministro. El personal que se localice en el área de tomas de suministro puede sufrir quemaduras de 2do grado.

En caso de que la nube se ponga en contacto con una fuente de ignición tardía se originara una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 52.5m y 69.0m respectivamente. La zona de alto riesgo rebasa los límites de propiedad pudiendo afectar a la planta Ferrogranos. Las áreas que se pudiesen afectar son: área de tomas de suministro y área de tanques de almacenamiento de 350,000 l. La barda perimetral de la zona norte de la planta se destruirá y los autotanques que se localicen en la toma de suministro pueden ser dañados generando otros incendios y/o explosiones.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	164 de 218

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
Fuga	5	4	5	5
Incendio	2	3	5	4
Explosión	2	3	5	3

Escenario PD-INTERSIM-CMP-004. Fuga de gas LP en tubería de toma de suministro por corrosión, diámetro equivalente del orificio 0.4".

Se descargan 1.627 kg/s. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del puerto de emisión en dirección NE-SO (vientos dominantes) o ENE-OSO (vientos reinantes). La nube alcanza su límite inferior de inflamabilidad (LFL) a los 20.4m. El 0.5LFL se alcanza a los 47.7m.

En caso de encontrar una fuente de ignición temprana se originará un incendio de chorro (CHOF). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por radiación térmica están delimitadas en un radio de 29.1m y 41.8m respectivamente. Los equipos que pudiesen ser afectados son los autotanques que se localicen en las tomas de suministro. El personal que se localice en estas áreas puede sufrir de quemaduras de segundo y tercer grado.

En caso de que la nube se ponga en contacto con una fuente de ignición tardía se originara una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 32.9m y 41.2m respectivamente. Las áreas que se pudiesen afectar son: área de tomas de suministro y área de tanques de almacenamiento de 350,000 litros. La barda perimetral de la zona norte de la planta se destruirá y los autotanques que se localicen en la toma de suministro pueden ser dañados generando otros incendios y/o explosiones.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
Fuga	5	4	4	5
Incendio	2	3	4	4
Explosión	2	3	4	3

Escenario PD-INTERSIM-CMP-005. Fuga de gas LP en tanque de almacenamiento de 350,000 litros por corrosión, diámetro equivalente del orificio 0.6".

Se descargan 4.359 kg/s. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del puerto de emisión en dirección NE-SO (vientos dominantes) o ENE-OSO (vientos reinantes). La nube alcanza su límite inferior de inflamabilidad (LFL) a los 27.3m. El 0.5LFL se alcanza a los 62.7m.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 165 de 218
---	---	---

En caso de encontrar una fuente de ignición temprana se originará un incendio de chorro (CHOF). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por radiación térmica están delimitadas en un radio de 45.5m y 66.0m respectivamente. Las áreas afectadas son: área de tanques de almacenamiento, área de estacionamiento, área de oficinas y área de vigilancia. El personal que se localice en estas áreas puede sufrir de quemaduras de 2do y 3er grado.

En caso de que la nube se ponga en contacto con una fuente de ignición tardía se originara una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 37.8m y 49.3m respectivamente. Las áreas afectadas son: área de tanques de almacenamiento de 350,000 litros, área de estacionamiento, área de oficinas y área de vigilancia. El personal que se localice en estas áreas puede morir. Los tanques se pueden desplazar generando otros incendios y/o explosiones.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
Fuga	5	4	3	5
Incendio	2	3	3	4
Explosión	2	3	3	3

Escenario PD-INTERSIM-CMP-006. Fuga de gas LP en tanque de almacenamiento de 450,000 litros, por falla de empaques en uniones bridadas o roscadas, diámetro equivalente del orificio 0.6”.

Se descargan 4.359 kg/s. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del puerto de emisión en dirección NE-SO (vientos dominantes) o ENE-OSO (vientos reinantes). La nube alcanza su límite inferior de inflamabilidad (LFL) a los 27.3m. El 0.5LFL se alcanza a los 62.7m.

En caso de encontrar una fuente de ignición temprana se originará un incendio de chorro (CHOF). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por radiación térmica están delimitadas en un radio de 45.5m y 66.0m respectivamente. La zona de alto riesgo no rebasa los límites de propiedad. El área que se afecta es el área de la zona de almacenamiento de tanques de 450,000 litros.

En caso de que la nube se ponga en contacto con una fuente de ignición tardía se originara una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 37.8m y 49.3m respectivamente. La zona de alto riesgo no rebasa los límites de propiedad. El área que se afecta es el área de la zona de almacenamiento de tanques de 450,000 litros. Los tanques se pueden desplazar generando otros incendios y/o explosiones.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

InterSIM	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto: InterSIM
		Fecha: Octubre-2021
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Rev. 0
		Página: 166 de 218

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
Fuga	5	5	3	5
Incendio	2	4	3	4
Explosión	2	4	3	3

Escenario PD-INTERSIM-PC-007. BLEVE del tanque de almacenamiento de 350,000 litros por fuego externo.

En el caso de que se presente el BLEVE, los efectos al personal y a las instalaciones están relacionados con radiación térmica producida por la Bola de fuego y sobrepresión producida por BLEVE.

Niveles de 37.5 kW/m² alcanzan los 247.5m, el personal que se localice en esta área morirá (Planta de gas INTERSIM, Aduana, Consolidamex, Ferrogranos México). Niveles de 12.5 kW/m² alcanzan los 563m, el personal que se localice en esta área sufrirá quemaduras de 2do grado (Ergon Asfaltos Torreón, Bimsa Torreón, Agricenter Zevilla, Lincoln Electric, Servicios Técnicos y Administrativos Mayran, Alimentos Simón Bolívar, Linamar, Montiac, Fundilag Hierro. Las zonas de alto riesgo (5 kW/m²) y de amortiguamiento (1.4 kW/m²) por radiación térmica están delimitadas en un radio de 918.0m y 1691.3m respectivamente.

La zona de alto riesgo no afecta al personal y a los equipos debido a que el tiempo de exposición es de 18s.

Los efectos por radiación térmica consideran que el personal se localiza fuera de las instalaciones mencionadas.

El área de afectación por ondas de sobrepresión alcanzará niveles de sobrepresión de hasta 5 psig en un radio de 90.86m, en esta área se presentan fatalidades fatalidades (Vigilancia, Oficinas, Estacionamiento, Área de Almacenamiento de 350,000 l, área de carga a autotanques, área Sur de Ferrogranos México). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 226.32m y 375.16m respectivamente. La zona de alto riesgo sobrepasa los límites de propiedad afectando a las instalaciones de Ferrogranos México, Consolidamex, Aduana y Agricenter Zevilla. El evento puede originar un efecto domino en el área de Tanques de Almacenamiento de 350,000 litros.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
BLEVE	1	1	1	1

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 167 de 218
---	---	---

Escenario PD-INTERSIM-PC-008. BLEVE del tanque de almacenamiento de 450,000 litros por fuego externo.

En el caso de que se presente el BLEVE, los efectos al personal y a las instalaciones están relacionados con radiación térmica producida por la Bola de fuego y sobrepresión producida por BLEVE.

Niveles de 37.5 kW/m² alcanzan los 269.3m, el personal que se localice en esta área morirá (Planta de gas INTERSIM, Aduana, Ergón Asfaltos Torreón, Bimsa Torreón, Agricenter Zevilla, Ferrogranos México y Consolidamex,). Niveles de 12.5 kW/m² alcanzan los 606.3m, el personal que se localice en esta área sufrirá quemaduras de 2do grado (Lincoln Electric, Servicios Técnicos y Administrativos Mayran, Alimentos Simón Bolívar, Linamar y Montiac). Las zonas de alto riesgo (5 kW/m²) y de amortiguamiento (1.4 kW/m²) por radiación térmica están delimitadas en un radio de 909.8m y 1820.6m respectivamente.

La zona de alto riesgo no afecta al personal y a los equipos debido a que el tiempo de exposición es de 19.2s.

Los efectos por radiación térmica consideran que el personal se localiza fuera de las instalaciones mencionadas.

El área de afectación por ondas de sobrepresión alcanzara niveles de sobrepresión de hasta 5 psig en un radio de 98.8m, en esta área se presentan fatalidades (Área de Almacenamiento de 450,000 l, cuarto eléctrico, cuarto de mantenimiento, área de descarga de carotankes, aduana y área Sur de Ferrogranos México). Las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento por sobrepresión están delimitadas en un radio de 246.1m y 407.9m respectivamente. La zona de alto riesgo afecta a las instalaciones de Ferrogranos México, Aduana y Bimsa Torreón. El evento puede originar un efecto domino en el área de Tanques de Almacenamiento de 450,000 litros.

De acuerdo con la matriz de riesgos le corresponderían los siguientes valores de consecuencias.

Evento	Fatalidades	Lesiones	Liberación HC	Daños a Bienes
BLEVE	1	1	1	1

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 168 de 218
---	---	---

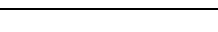
7. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

En el **Anexo D** se presentan las gráficas y en el **Anexo E** se presentan las memorias de cálculo generadas por el simulador PHAST.

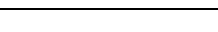
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 169 de 218
---	---	---

8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

8.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	170 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CA-001 (Ruptura de manguera en toma de recepción)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de descarga de Carrotanques. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Monitores de agua contra incendios.	Plan de respuesta a emergencias interno.
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin Afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Vigilancia		
				Talleres		
				Descarga carrotanques		
			Amortiguamiento	Descarga carrotanques		
				Estacionamiento		
				Oficinas		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Vigilancia		
				Talleres		
				Descarga carrotanques		
			Amortiguamiento	Oficinas		
				Descarga carrotanques		
				Talleres		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	171 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Instalaciones/Producción	Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	Carrotanque		
				Compresor 1		
				Compresor 3		
			Alto Riesgo	Carrotanque		
				Vigilancia		
				Talleres		
				Tanque Cisterna 2		
				Blvd del Desierto		
			Amortiguamiento	Recipiente de 350,000		
				Recipiente de 450,000		
				Consolidamex		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Carrotanques		
				Compresor 1		
				Compresor 3		
			Alto Riesgo	Caseta de vigilancia		
			Amortiguamiento	Oficinas		
				Tanque cisterna 2		
				Consolidamex		

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a los equipos que quedan dentro del círculo de 12.5 kW/m² y para sobrepresión los equipos que quedan dentro del círculo de 3 psi.

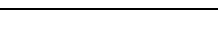
Nota 2. La zona de alto riesgo para radiación térmica se consideran la franja dentro de 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión la franja dentro de 1.0 y 3.0 psi.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 172 de 218
---	---	---

Nota 3. La zona de amortiguamiento para radiación térmica se consideran la franja dentro de 1.4 kW/m² y 5 kW/m² y para sobrepresión la franja dentro de 0.5 y 1.0 psi.

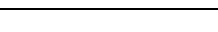
<i>InterSIM</i>	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	173 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CMP-002 (Fuga de gas LP en tubería de toma de recepción)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de descarga de Carrotanques. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Monitores de agua contra incendios.	Plan de respuesta a emergencias interno.
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Descarga de carrotanques		
			Amortiguamiento	Vigilancia		
				Talleres		
				Descarga de carrotanques		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Descarga de carrotanques		
			Amortiguamiento	Descarga de carrotanques		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Instalaciones/Producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	Carrotanques		
				Torres de recepción		
				Compresor 1		
				Compresor 3		
			Alto Riesgo	Carrotanques		

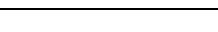
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	174 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				Barda Perimetral		
			Amortiguamiento	Carrotanques		
				Cuarto de Bombas		
				Blvd del Desierto		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Carrotanques		
				Torres de recepción		
			Alto Riesgo	Carrotanques		
				Torres de recepción		
			Amortiguamiento	Carrotanques		
				Torres de recepción		
				Compresor 1 y 3		

Nota 1. La descripción de la afectación esta referenciada solo a las distancias a las cuales se alcanzan la zona de alto riesgo y de amortiguamiento para los eventos de Radiación, Toxicidad y Sobrepresión.

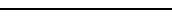
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	175 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CA-003 (Ruptura de manguera en toma de suministro)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de llenado de autotanques. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Sistema de aspersores de agua contra incendios. Hidrante monitor de agua contra incendios.	Plan de respuesta a emergencias interno.
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Oficinas		
			Amortiguamiento	Oficinas		
				Vigilancia		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Estacionamiento		
			Amortiguamiento	Oficinas		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Instalaciones/Producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
			Alto Riesgo	Oficinas		
				Blvd. del Desierto		
			Amortiguamiento	Caseta de vigilancia		
				Oficinas		
				Ferroganos México		

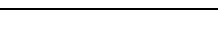
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	176 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Área de carga de gas LP a utotanques		
				Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Blvd del Desierto		
			Alto Riesgo	Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros		
				Ferrogranos México		
			Amortiguamiento	Oficinas		
				Ferrogranos México		

Nota 1. La descripción de la afectación esta referenciada solo a las distancias a las cuales se alcanzan la zona de alto riesgo y de amortiguamiento para los eventos de Radiación, Toxicidad y Sobrepresión.

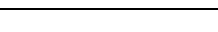
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	177 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CMP-004 (Fuga de gas LP en tubería de toma de suministro)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de llenado de autotanques. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Sistema de aspersores de agua contra incendios. Hidrante monitor de agua contra incendios.	Plan de respuesta a emergencias interno.
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Estacionamiento		
			Amortiguamiento	Estacionamiento		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Estacionamiento		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Instalaciones/Producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	Área de carga a autotanques		
				Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
			Alto Riesgo	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Estacionamiento		
				Blvd. del Desierto		

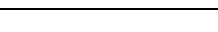
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	178 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Estacionamiento		
				Blvd del Desierto		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Área de carga a autotanques		
				Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
			Alto Riesgo	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Blvd del Desierto		
			Amortiguamiento	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Blvd del Desierto		

Nota 1. La descripción de la afectación esta referenciada solo a las distancias a las cuales se alcanzan la zona de alto riesgo y de amortiguamiento para los eventos de Radiación, Toxicidad y Sobrepresión.

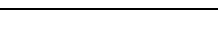
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	179 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CMP-005 (Fuga de gas LP en recipiente de almacenamiento de 350,000 litros)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de almacenamiento. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Sistema de aspersores de agua contra incendios. Hidrante monitor de agua contra incendios.	Plan de respuesta a emergencias interno.
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Vigilancia y servicios		
			Amortiguamiento	Islas de llenado		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Islas de llenado		
			Amortiguamiento	Oficinas		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Vigilancia y servicios		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Instalaciones/Producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Oficinas		
				Blvd del Desierto		
			Alto Riesgo	Área de carga a autotanques		

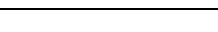
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	180 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Vigilancia		
			Amortiguamiento	Área de carga a autotanques		
				Ferroganos México		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Cuarto de control de motores		
			Alto Riesgo	Oficinas		
				Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Blvd del Desierto		
			Amortiguamiento	Área de carga a autotanques		
				Blvd del Desierto		

Nota 1. La descripción de la afectación esta referenciada solo a las distancias a las cuales se alcanzan la zona de alto riesgo y de amortiguamiento para los eventos de Radiación, Toxicidad y Sobrepresión.

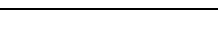
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	181 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CMP-006 (Fuga de gas LP en recipiente de almacenamiento de 450,000 litros)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de almacenamiento. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Sistema de aspersores de agua contra incendios. Hidrante monitor de agua contra incendios.	Plan de respuesta a emergencias interno.
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Mantenimiento		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
	Instalaciones/Producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	Recipientes de almacenamiento de 450,000 l		
			Alto Riesgo	Recipientes de almacenamiento de 450,000 l		
				Tanque cisterna		
			Amortiguamiento	Recipientes de almacenamiento de 450,000 l		

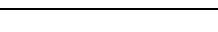
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	182 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación ¹	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				Cuarto eléctrico		
				Área de descarga de carrotanques		
				Aduana		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Recipientes de almacenamiento de 450,000 l		
			Alto Riesgo	Recipientes de almacenamiento de 450,000 l		
				Tanque cisterna		
			Amortiguamiento	Recipientes de almacenamiento de 450,000 l		
				Tanque cisterna		
				Blvd del Desierto		

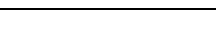
Nota 1. La descripción de la afectación esta referenciada solo a las distancias a las cuales se alcanzan la zona de alto riesgo y de amortiguamiento para los eventos de Radiación, Toxicidad y Sobrepresión.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	183 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-PC-007 (BLEVE de tanque de almacenamiento de 350,000 litros)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de almacenamiento. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Sistema de aspersores de agua contra incendios para enfriamiento del tanque. Hidrante monitor de agua contra incendios. PSVs en cada tanque de almacenamiento.	Plan de Respuesta a Emergencias externo
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	No aplica		
			Amortiguamiento	No aplica		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	No aplica		
			Amortiguamiento	No aplica		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	No aplica		
			Amortiguamiento	No aplica		
	Instalaciones/Producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	PD gas LP INTERSIM		
				Aduana		
				Ergon Aslfatos Torreón		
				Bimsa Torreón		
				Agricenter Zevilla		
				Ferrogranos México		
				Linamar		
				Montiac		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	184 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Alto Riesgo	Consolidamex		
				Tormex Industrias		
				Politor Modelos		
				Fundilag Hierro		
				Montiac		
				Lincoln Electric		
				Yura Corporation		
				Ampuero		
			Amortiguamiento	Tormex Industrias		
				Politor Modelos		
				Decasa Torreón		
				John Deere Electronic		
				John Deere		
				Caterpillar Torreón		
				Plastibel México		
				Superior Essex		
				Global Safety Textiles		
				BM Solutions		
				Ampuero		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Vigilancia		
				Oficinas		
				Estacionamiento		
				Almacenamiento 350,000 l		
				Carga a autotanques		
				Ferrogranos México		
			Alto Riesgo	Agricenter Zevilla		
				Ferrogranos México		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	185 de 218

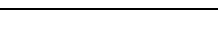
Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	Consolidamex		
				Aduana		
				Bimsa Torreón		
				Lincoln Electric		
				STAM		
				Ferrogranos México		
				Aduana		

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a los equipos que quedan dentro del círculo de 37.5 kW/m² y para sobrepresión los equipos que quedan dentro del círculo de 5 psi.

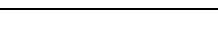
Nota 2. La zona de alto riesgo para radiación térmica se consideran la franja dentro de 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión la franja dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La zona de amortiguamiento para radiación térmica se consideran la franja dentro de 1.4 kW/m² y 5 kW/m² y para sobrepresión la franja dentro de 0.5 y 1.0 psi.

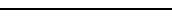
Nota 4. Se analiza el caso de BLEVE y se considera que ya se tienen un incendio descontrolado por lo que solo se cuenta con la red de agua contra incendios para enfriamiento del equipo y PSVs para disminuir el sobrepresionamiento del mismo.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	186 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-PC-008 (BLEVE de tanque de almacenamiento de 450,000 litros)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sistema de detección de gas y fuego. Estaciones manuales de emergencia. Paro de Emergencia en área de almacenamiento. Sistema de tierras para prever descargas eléctricas. Sistema de aspersores de agua contra incendios para enfriamiento del tanque. Hidrante monitor de agua contra incendios. PSVs en cada tanque de almacenamiento.	Plan de Respuesta a Emergencias externo
			Amortiguamiento	Colonia La Estrella		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	No aplica		
			Amortiguamiento	No aplica		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Toxicidad	Alto Riesgo	No aplica		
			Amortiguamiento	No aplica		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Sin afectación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Vigilancia		
				Oficinas		
				Estacionamiento		
				Carga a autotanques		
		Toxicidad	Amortiguamiento	Sin afectación		
			Alto Riesgo	No aplica		
	Instalaciones/Producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	PAD gas LP INTERSIM		
				Aduana		
				Ergon Aslfatos Torreón		
				Bimsa Torreón		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	187 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				Agricenter Zevilla		
				Ferrogranos México		
				Linamar		
				Montiac		
				Consolidamex		
			Alto Riesgo	Fundilag Hierro		
				Montiac		
				Lincoln Electric		
				Yura Corporation		
				Ampuero		
			Amortiguamiento	Tormex Industrias		
				Politor Modelos		
				Decasa Torreón		
				John Deere Electronic		
				John Deere		
				Caterpillar Torreón		
				Plastibel México		
				Superior Essex		
				Global Safety Textiles		
				BM Solutions		
				Ampuero		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Recipientes de almacenamiento de 450,000 l		
				Torres de recepción y carrotanques		
				Tanque Cisterna		
				Cuarto eléctrico		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	188 de 218

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				Cuarto de mantenimiento		
				Aduana		
			Alto Riesgo	Recipientes de almacenamiento de 350,000 l		
				Área de carga y descarga de autotanques		
				Estacionamiento		
				Vigilancia		
				Oficinas		
				Bimsa Torreón		
				Ferrogranos México		
				Consolidamex		
				Aduana		
			Amortiguamiento	Ergón Asfaltos Torreón		
				Bimsa Torreón		
				Agricenter Zevilla		
				Ferrogranos México		

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a los equipos que quedan dentro del círculo de 37.5 kW/m² y para sobrepresión los equipos que quedan dentro del círculo de 5 psi.

Nota 2. La zona de alto riesgo para radiación térmica se consideran la franja dentro de 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión la franja dentro de 1.0 y 3.0 psi.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 189 de 218
---	---	---

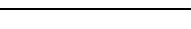
Nota 3. La zona de amortiguamiento para radiación térmica se consideran la franja dentro de 1.4 kW/m² y 5 kW/m² y para sobrepresión la franja dentro de 0.5 y 1.0 psi.

Nota 4. Se analiza el caso de BLEVE y se considera que ya se tienen un incendio descontrolado por lo que solo se cuenta con la red de agua contra incendios para enfriamiento del equipo y PSVs para disminuir el sobrepresionamiento del mismo.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 190 de 218
---	---	---

8.2. INTERACCIONES DE RIESGO

Nota: Como evento de efecto domino se presentan los casos de BLEVE de uno de los recipientes de almacenamiento de 350,000 l y otro de 450,000 l.

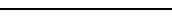
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	191 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes³	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CA-001	Manguera toma de recepción	Gas LP	Alto riesgo en equipos	Radiación	30.6	Carrotanques contiguos	13	Válvula pull away.	Plan de respuesta a emergencias interno.
						Compresor 1	22	Indicador de flujo tipo no retroceso.	
						Compresor 3	25		
				Sobrepresión	26.7	Carrotanques contiguos	13	Válvulas de cierre manual.	
						Compresor 1	22		
						Compresor 3	25		
			Alto riesgo	Radiación	53.6	Carrotanques contiguos	13	Sistema gas y fuego.	
						Compresor 1	22		
						Compresor 3	25	SPPE.	
						Vigilancia	42		
						Oficinas	46		
						Blvd del Desierto	32		
				Sobrepresión	44.3	Carrotanques contiguos	13	Sistema de tierras.	
						Cuarto de bombas 2	42		
						Vigilancia	42	Monitores contra incendio.	
						Blvd del Desierto	32		

Nota 1. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 12.5 kW/m² y 37.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 3.0 y 5.0 psi.

Nota 2. Para alto riesgo se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE en el área de descarga de carrotanques manda parar los compresores cierre de válvulas neumáticas en ambos puentes y activación de alarma visual y sonora en el área.

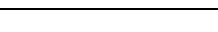
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	192 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes³	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CMP-002	Tubería Toma de recepción	Gas LP	Alto riesgo en equipos	Radiación	27.7	Carrotanques contiguos	13	Válvulas de cierre manual.	Plan de respuesta a emergencias interno.
						Compresor 1	22	Sistema gas y fuego.	
						Compresor 3	25		
			Sobrepresión	15.0	Carrotanques contiguos	13	SPPE.		
			Alto riesgo	Radiación	30.1	Carrotanques contiguos	13	Área bien ventilada.	
						Compresor 1	22	Sistema de tierras.	
						Compresor 3	25		
			Sobrepresión	20.4	Carrotanques contiguos	13	Monitores contra incendio		

Nota 1. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 12.5 kW/m² y 37.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 3.0 y 5.0 psi.

Nota 2. Para alto riesgo se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE en el área de descarga de carrotanques manda parar los compresores cierre de válvulas neumáticas en ambos puentes y activación de alarma visual y sonora en el área.

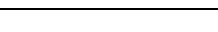
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	193 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación ¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación ²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes ³	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CA-003	Manguera Toma de suministro	Gas LP	Alto riesgo en equipos	Radiación	29.0	Islas de llenado contiguas	9.7	Válvula pull away.	Plan de respuesta a emergencias.
						Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5	Válvulas de cierre manual.	
						Estacionamiento	20	Sistema gas y fuego.	
				Sobrepresión	41.0	Islas de llenado contiguas	9.7	SPPE.	
						Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5	Área bien ventilada.	
						Estacionamiento	20	Sistema de tierras.	
			Alto riesgo	Radiación	51.8	Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5	Aspersores de agua contra incendio en área de llenado y tanques de almacenamiento	
						Estacionamiento	20	Hidrantes contra incendio.	
						Ferroganos México	45		
						Cuarto de Bombas 1	50		
				Sobrepresión	52.5	Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5		
						Estacionamiento	20		
						Ferroganos México	45		
						Cuarto de Bombas 1	50		

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a la distancia a la cual se alcanzan 37.5 kW/m² y para sobrepresión la distancia a la cual se alcanza una sobrepresión de 3 psi.

Nota 2. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de llenado de autotankers activa el cierre de todas las válvulas internas en las isletas y la activación de alarma visual y sonora en el área.

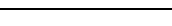
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	194 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación ¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación ²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes ³	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CMP-004	Fuga tubería de Toma de suministro	Gas LP	Alto riesgo en equipos	Radiación	20.1	Islas de llenado contiguas	9.7	Válvulas de cierre manual.	Plan de respuesta a emergencias.
						Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5	Sistema gas y fuego.	
						Blvd del Desierto	19.0	SPPE.	
				Sobrepresión	26.3	Islas de llenado contiguas	9.7	Área bien ventilada.	
						Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5	Sistema de tierras.	
						Blvd del Desierto	19.0	Aspersores de agua contra incendio en área de llenado y tanques de almacenamiento	
			Alto riesgo	Radiación	33.9	Estacionamiento	20		
						Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5		
						Blvd del Desierto	19.0		
				Sobrepresión	32.9	Estacionamiento	20		
						Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros	14.5	Hidrantes contra incendio.	
						Blvd del Desierto	19.0		
						Estacionamiento	20		

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a la distancia a la cual se alcanzan 12.5 kW/m² y para sobrepresión la distancia a la cual se alcanza una sobrepresión de 3 psi.

Nota 2. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de llenado de autotankers activa el cierre de todas las válvulas internas en las isletas y la activación de alarma visual y sonora en el área.

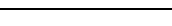
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	195 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación ¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación ²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes ³	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CA-005	Recipiente de almacenamiento de 350,000 litros	Gas LP	Alto riesgo en equipos	Radiación	37.0	Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros contiguos	2	Válvulas de cierre manual.	Plan de respuesta a emergencias interno.
						Estacionamiento	10	Sistema gas y fuego.	
						Cuarto de bombas 1	12	SPPE.	
						Oficinas	21	Área bien ventilada.	
						Blvd del Desierto	18	Sistema de tierras.	
				Sobrepresión	28.7	Recipientes de almacenamiento de 350,000 litros contiguos	2	Aspersores de agua contra incendio en cada recipiente de almacenamiento	
						Estacionamiento	10	Hidrantes contra incendio.	
						Cuarto de bombas 1	12		
			Alto riesgo	Radiación	45.5	Oficinas	21		
						Blvd del Desierto	18		
						Vigilancia	40		
				Sobrepresión	37.8	Islas de Llenado	42		
						Blvd del Desierto	18		

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a la distancia a la cual se alcanzan 12.5 kW/m² y para sobrepresión la distancia a la cual se alcanza una sobrepresión de 3 psi.

Nota 2. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de almacenamiento activa el cierre de todas las válvulas internas en todos los almacenes y activación de alarma visual y sonora en el área.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	196 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación ¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación ²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes ³	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-CA-006	Recipiente de almacenamiento de 450,000 litros	Gas LP	Alto riesgo en equipos	Radiación	37.0	Recipientes de almacenamiento de 450,000 litros contiguos	2	Válvulas de cierre manual.	Plan de respuesta a emergencias interno.
				Sobrepresión	28.7	Recipientes de almacenamiento de 450,000 litros contiguos	2	Sistema gas y fuego. SPPE.	
			Alto riesgo	Radiación	45.5	Recipientes de almacenamiento de 450,000 litros contiguos	2	Área bien ventilada.	
						Tanque de almacenamiento de agua	40	Sistema de tierras.	
				Sobrepresión	37.8	Recipientes de almacenamiento de 450,000 litros contiguos	2	Aspersores de agua contra incendio en cada recipiente de almacenamiento Hidrantes contra incendio.	

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a la distancia a la cual se alcanzan 12.5 kW/m² y para sobrepresión la distancia a la cual se alcanza una sobrepresión de 3 psi.

Nota 2. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de almacenamiento activa el cierre de todas las válvulas internas en todos los almacenes y activación de alarma visual y sonora en el área.

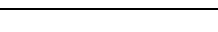
	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto:	InterSIM
		Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	198 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación ¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación ²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes ³	Recomendaciones para implementar
			Alto riesgo	Radiación	918	Ferrogranos México	85		
						Los equipos no se verán afectados debido al tiempo de exposición de 18s	--		
				Sobrepresión	226.3	Ferrogranos México	50		
						Consolidamex	85		
						Agricenter Zevilla	120		
						Tanque de almacenamiento de agua	130		
						Aduana de Torreón	150		
						Módulo de almacenamiento No. 3	175		

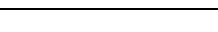
Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a la distancia a la cual se alcanzan 37.5 kW/m² y para sobrepresión la distancia a la cual se alcanza una sobrepresión de 3 psi.

Nota 2. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de almacenamiento activa el cierre de todas las válvulas internas en todos los almacenes y activación de alarma visual y sonora en el área.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	199 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación ¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación ²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes ³	Recomendaciones para implementar
PD-INTERSIM-PC-008	BLEVE Recipiente de almacenamiento de 450,000 litros	Gas LP	Alto riesgo en equipos	Radiación	269.3	Recipientes de almacenamiento de 450,000 litros contiguos	2	Sistema Gas Y fuego. SPPE. Aspersores de agua contra incendio en cada recipiente de almacenamiento Hidrantes contra incendio. PSVs en recipiente de almacenamiento	Plan de respuesta a emergencias externo.
						Módulo de almacenamiento 2	40		
						Cuarto de Bombas 2	50		
						Descarga de carrotanques	77		
						Vigilancia	138		
						Oficinas	142		
						Cuarto de bombas 1	160		
						Módulo de almacenamiento 1	173		
						Estacionamiento	178		
						Islas de llenado	218		
						Aduana	57		
						Consolidamex	90		
						Bimsa Torreón	90		
						Ferrogranos México	150		
						Agricenter Zevilla	130		
						Ergon Asfaltos Torreón	240		
						Agricenter Zevilla	265		
				Sobrepresión	132.8	Recipientes de almacenamiento de 450,000 litros contiguos	2		
						Cuarto de Bombas 1	60		
						Descarga de Carrotanques	75		
						Aduana	60		
						Bimsa Torreón	80		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	200 de 218

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación ¹	Equipos e instalaciones industriales presentes en el radio de afectación ²	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes ³	Recomendaciones para implementar
			Alto riesgo	Radiación	909.8	Consolidamex	108		
						Los equipos no se verán afectados debido al tiempo de exposición de 19.2s	--		
				Sobrepresión	246.1	Vigilancia	135		
						Oficinas	150		
						Casa de bombas 1	165		
						Módulo de almacenamiento 1	170		
						Estacionamiento	185		
						Isla de llenado	220		
						Bimsa Torreón	80		
						Consolidamex	108		
						Ferroganos México	180		

Nota 1. Alto riesgo en equipos para radiación térmica esta referenciado a la distancia a la cual se alcanzan 37.5 kW/m² y para sobrepresión la distancia a la cual se alcanza una sobrepresión de 3 psi.

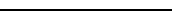
Nota 2. Para alto riesgo en equipos se consideran los equipos que quedan dentro del radio de afectación, para alto riesgo los equipos que se afectan para radiación térmica entre 5 kW/m² y 12.5 kW/m² y para sobrepresión los que quedan dentro de 1.0 y 3.0 psi.

Nota 3. La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de almacenamiento activa el cierre de todas las válvulas internas en todos los almacenes y activación de alarma visual y sonora en el área.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM
		Fecha: Octubre-2021
		Rev. 0
		Página: 201 de 218

9. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGOS

No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
1	Ruptura de manguera de toma de recepción.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Incendio.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	4	B
	Explosión.	6	2	B	6	3	B	6	5	B	6	4	B
2	Fuga de gas LP en tubería de toma de recepción por corrosión.	5	5	B	5	4	B	5	3	B	5	5	B
	Incendio.	6	2	B	6	3	B	6	3	B	6	4	B
	Explosión.	6	2	B	6	3	B	6	3	B	6	3	B
3	Ruptura de manguera de toma de recepción.	3	5	B	3	4	B	3	5	B	3	5	B
	Incendio.	5	2	B	5	3	B	5	5	B	5	4	B
	Explosión.	6	2	B	6	3	B	6	5	B	6	3	B
4	Fuga de gas LP en tubería de toma de recepción por corrosión.	5	5	B	5	4	B	5	4	B	5	5	B
	Incendio.	6	2	B	6	3	B	6	4	B	6	4	B
	Explosión.	6	2	B	6	3	B	6	4	B	6	3	B
5	Fuga de gas LP en conexiones del recipiente de almacenamiento de 350,000 litros por corrosión	5	5	B	5	4	B	5	3	B	5	5	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	202 de 218

No.	DESCRIPCIÓN	PERSONAS FALLECIDAS			PERSONAS LESIONADAS			LIBERACION DE HIDROCARBUROS			DAÑOS A BIENES		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
	Incendio.	6	2	B	6	3	B	6	3	B	6	4	B
	Explosión.	6	2	B	6	3	B	6	3	B	6	3	B
6	Fuga de gas LP en conexiones del recipiente de almacenamiento de 450,000 litros por corrosión	5	5	B	5	4	B	5	3	B	5	5	B
	Incendio.	6	2	B	6	3	B	6	3	B	6	4	B
	Explosión.	6	2	B	6	3	B	6	3	B	6	3	B
7	BLEVE tanque de almacenamiento de 350,000 litros.	6	1	B	6	1	B	6	1	B	6	1	B
8	BLEVE tanque de almacenamiento de 450,000 litros.	6	1	B	6	1	B	6	1	B	6	1	B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 203 de 218
---	---	---

10. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PREVENTIVAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGOS

10.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Describir a detalle los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Incluir un plano a escala mínima 1:5,000 indicando la localización de los equipos, dispositivos, y sistemas de seguridad.

Los recipientes de almacenamiento de gas LP con una capacidad de 350,000 litros, cuentan con los siguientes dispositivos de seguridad:

- Indicador de nivel marca Magnatel.
- Indicador de temperatura marca Rochester con graduación de -20 a 50 °C.
- Indicador de presión marca Eva con graduación de 0 a 21 kg/cm².
- Válvula de máximo llenado marca Rego modelo 3165 localizada al 85%.
- Válvula de máximo llenado marca Rego modelo 3165 localizada al 90%.
- 4 válvulas internas marca Rego de 76 mm modelo A7539V6 con actuador neumático las cuales actúan como válvulas de exceso de flujo para gas líquido y de control remota.
- 4 válvulas internas marca Rego de 51 mm modelo A3292B con actuador neumático las cuales actúan como válvulas de exceso de flujo para gas vapor y de control remota.
- 1 válvula interna marca Rego de 51 mm modelo A3292B con actuador neumático la cual actúa como válvula de exceso de flujo para gas líquido y de control remota (retorno).
- 2 aditamentos múltiples para válvulas o multiport bridadas.
- 4 válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG con tubos de descarga en cada aditamento múltiple.
- Válvulas de bloqueo manual en cada tubería.
- Conector flexible de neopreno en cada tubería.
- Sistema de conexión a tierra.

Los recipientes de almacenamiento de gas LP con una capacidad de 450,000 litros, cuentan con los siguientes dispositivos de seguridad:

- Indicador de nivel marca Magnatel.
 - Indicador de temperatura marca Rochester con graduación de -20 a 50 °C.
 - Indicador de presión marca Eva con graduación de 0 a 21 kg/cm².
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 204 de 218

- Válvula de máximo llenado marca Rego modelo 3165 localizada al 85%.
- Válvula de máximo llenado marca Rego modelo 3165 localizada al 90%.
- 4 válvulas internas marca Rego de 76 mm modelo A7539V6 con actuador neumático las cuales actúan como válvulas de exceso de flujo para gas líquido y de control remota.
- 4 válvulas internas marca Rego de 51 mm modelo A3292B con actuador neumático las cuales actúan como válvulas de exceso de flujo para gas vapor y de control remota (retorno).
- 1 válvula interna marca Rego de 51 mm modelo A3292B con actuador neumático la cual actúa como válvula de exceso de flujo para gas líquido y de control remota (retorno).
- 2 aditamentos múltiples para válvulas o multiport bridadas.
- 4 válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG con tubos de descarga en cada aditamento múltiple.
- Válvulas de bloqueo manual en cada tubería.
- Conector flexible de neopreno en cada tubería.
- Sistema de conexión a tierra.

Los compresores Corken 490 cuentan con los siguientes dispositivos de seguridad:

- PI en succión y descarga.
- Válvulas de bloqueo manual en succión y descarga.
- Conectores flexibles de neopreno en succión y descarga.
- Interruptor por alto nivel con acción a paro del compresor.
- PSV.
- Sistema de conexión a tierra.

Las bombas para llenado de autotanke Blackmer LGL4-VB cuentan con los siguientes dispositivos de seguridad:

- Válvulas de cierre rápido en línea de succión.
- Conector flexible de neopreno en líneas de succión y de descarga.
- Válvula de recirculación interna.
- Válvula de retorno de gas LP líquido.
- Sistema de conexión a tierra.

Adicionalmente la planta cuenta con cuatro bombas Blackmer LGL2-VB para realizar las operaciones de recuperación de gas LP líquido en trampas de líquidos.

- Válvulas de cierre rápido en línea de succión.
 - Conector flexible de neopreno en líneas de succión y de descarga.
 - Válvula de recirculación interna.
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 205 de 218

- Válvula de retorno de gas LP líquido.
- Sistema de conexión a tierra.

Para la descarga de carrotanques a tanques de almacenamiento se cuenta con 24 Tomas de recepción de gas LP. Cada toma cuenta con dos bocas tomas de gas LP líquido y una boca toma de gas LP vapor.

La boca toma para gas vapor cuenta con los siguientes dispositivos de seguridad:

- Válvula de cierre de emergencia de actuación remota neumática.
- Válvula de cierre manual.
- Válvula de exceso de flujo.
- Separador mecánico (pull away valve).
- Válvula de cierre manual en manguera.
- Acoplador de llenado en manguera.
- Sistema de conexión a tierra.

Cada boca toma para gas líquido cuenta con los siguientes dispositivos de seguridad:

- Válvula de bola recta.
- Indicador de flujo tipo no retroceso.
- Válvula automática doble no retroceso.
- Manguera de 51 mm de diámetro.
- Válvula de globo recta.
- Acoplador de llenado en cada manguera.
- Sistema de conexión a tierra.

Se cuenta con ocho tomas de suministro y cada toma cuenta con una bocatoma para gas vapor y una boca toma para gas líquido.

La boca toma para gas líquido cuenta con los siguientes dispositivos de seguridad:

- Válvula de relevo de presión hidrostática.
 - Válvula de bola recta.
 - Cople flexible.
 - Medidor de líquido.
 - Válvula de relevo de presión hidrostática.
 - Doble válvula de bola recta.
 - Válvula de relevo de presión hidrostática.
 - Válvula automática doble no retroceso.
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 206 de 218
---	---	---

- Manguera de 51 mm de diámetro.
- Válvula de globo recta.
- Acoplador de llenado para líquido,

La boca toma para gas vapor cuenta con los siguientes dispositivos de seguridad:

- Válvula de globo recta.
- Válvula de cierre automática.
- Manguera de 32 mm de diámetro.
- Válvula automática doble no retroceso.
- Válvula de globo recta.
- Acoplador de llenado para vapor.
- Sistema de conexión a tierra.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO

El sistema de detección de gas y fuego alerta al personal en el cuarto de control y al personal que se encuentra en las áreas de riesgo de la presencia de un incendio o la presencia de mezclas explosivas, mediante la activación de alarmas visibles y audibles. Así mismo, el sistema de gas y fuego se utiliza para activar las válvulas de diluvio de los sistemas de aspersión.

La activación de las alarmas es de manera automática a partir de la señal de los detectores de fuego y de mezclas explosivas ubicados en campo. En el lugar donde se localizan las alarmas audibles y visibles, también se cuenta con estaciones manuales para activar las alarmas audibles y visibles requeridas.

Las alarmas audibles están distribuidas estratégicamente en las diferentes áreas de la planta como son: área de almacén modulo 1, área de llenado de autotanques, área de descarga de carrotanques, área de almacén módulos 2 y área de almacén modulo 3, con el objeto de alertar rápida y confiablemente al personal de las instalaciones.

Las alarmas visibles son del tipo semáforo y cuentan con luces continuas y estroboscópicas. El estado normal de la planta se indica por una luz verde continua y por presencia de fuego se activa la luz roja y se desactiva la luz verde, por baja concentración de mezclas explosivas se activa la luz ámbar y se desactiva la luz verde, y por alta concentración de mezclas explosivas se activa la luz roja y se desactiva la luz verde.

La filosofía de operación de los detectores de gas es que al detectarse una concentración de 15% volumen del L.E.L. se activa la alarma visible en color ámbar, al detectarse una concentración de 25% volumen del L.E.L. se activa la alarma visible en color rojo y la alarma sonora y se mandan abrir las válvulas de diluvio de los monitores 1, 2, 3 y 4, se cierran las válvulas internas de cada recipiente de almacenamiento y se mandan parar los compresores.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 207 de 218
---	---	---

La filosofía de operación de los detectores de fuego es que al detectarse un incendio se activa la alarma visible en color rojo y la alarma sonora y se mandan abrir las válvulas de diluvio de los monitores 1, 2, 3 y 4, se cierran las válvulas internas de cada recipiente de almacenamiento y se mandan parar los compresores.

Los detectores de fuego y gas se localizan en los siguientes puntos:

Área de almacén modulo 1.

2 detectores de fuego en cada recipiente de almacenamiento (T1, T2, T3 y T4) localizados en cada extremo (8 en total).

2 detectores de gas en cada recipiente de almacenamiento (T1, T2, T3 y T4) localizados en cada extremo (8 en total).

Área de bombas de suministro de gas LP a autotanques.

2 detectores de fuego en cada extremo.

2 detectores de gas en cada extremo.

Área de llenado de autotanques.

1 detector de fuego en cada isla de llenado (8 en total).

1 detector de gas en cada isla de llenado (8 en total).

Área de almacén modulo 2.

2 detectores de fuego en cada recipiente de almacenamiento (T5, T6, T7 y T8) localizados en cada extremo (8 en total).

2 detectores de gas en cada recipiente de almacenamiento (T5, T6, T7 y T8) localizados en cada extremo (8 en total).

Área de almacén modulo 3.

2 detectores de fuego en cada recipiente de almacenamiento (T9, T10, T11 y T12) localizados en cada extremo (8 en total).

2 detectores de gas en cada recipiente de almacenamiento (T9, T10, T11 y T12) localizados en cada extremo (8 en total).

Área de descarga de carrotanques.

1 detector de fuego en cada compresor (5 en total).

1 detector de gas en cada compresor (5 en total).

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 208 de 218
---	---	---

SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO

Para el manejo de agua a presión se cuenta con dos sistemas compuestos por los siguientes elementos:

Para el primer sistema:

- Cisterna de 197.60 m³ de capacidad de agua, con las siguientes medidas: 7.62 m x 10.40 m y profundidad de 2.50 metros. Este recinto es subterráneo en un metro y medio, el resto externo, construido con concreto armado y tabique. Cuenta con acceso de personas de 0.70 x 0.70 metros, cárcamo de succión con medidas en Planta de 3.0 m x 1.00 m y profundidad de 0.60 m. Su llenado se realiza a través de la red municipal.
- Caseta de máquinas localizada sobre la cisterna con dimensiones en Planta de 3.0 m x 4.5 m y altura de 2.5 m, cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal. Esta caseta de máquinas está equipada con una bomba con motor eléctrico de 150 C.F. y gasto de 4,371.67 L.P.M. a 10 Kg/cm² y una bomba con motor Diesel de 175 C.F. y gasto 4,371.67 L.P.M.
- Red de agua contra incendio constituida por tubería de PVC cedula 80, la cual va enterrada a 1 m de profundidad y por tubería de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible. La red está constituida por 1 Cabezal general de 152 mm de diámetro que suministra agua Contra incendio a 3 Hidrantes de 350 lpm, 2 Monitores de 1900 lpm, 2 tomas para manguera, aspersores de 4 tanques de almacenamiento de 350,000 litros y aspersores de 8 tomas de suministro.

Para el segundo sistema:

- Tanque cisterna de 2'000,000 l, con diámetro de 16.75 m y altura de 7.37 m.
- Bomba con motor eléctrico de 340 C.F. y gasto de 4,560 L.P.M. a 10 Kg/cm², bomba con motor diésel de 375 C.F. y gasto 4,560 L.P.M.
- Red de agua contra incendio constituida por tubería de PVC cedula 80, la cual va enterrada a 1 m de profundidad y por tubería de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible. La red está constituida por 1 Cabezal general de 152 mm de diámetro que suministra agua contra incendio a 6 Hidrantes de 350 lpm para mangueras de 30m, 2 Monitores de 1900 lpm, 2 tomas para manguera y a los aspersores de 8 tanques de almacenamiento de 450,000 litros.

Ambos sistemas se encuentran interconectados por una válvula de 152 mm de diámetro y pueden operar independiente o en caso de que se requiera suministrar agua del sistema 1 a l sistema 2 o viceversa,

Ver Plano Seguridad en el **Anexo A**.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 209 de 218

VÁLVULAS DE DILUVIO

La planta cuenta con 16 válvulas de diluvio que permiten seccionar las diferentes áreas de proceso para suministrar agua contra incendio y son las siguientes:

- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de las islas de llenado de autotanques 1, 2, 3 y 4.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de las islas de llenado de autotanques 5, 6, 7 y 8.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de los recipientes T1 y T2.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio a los anillos de aspersión de los recipientes T3 y T4.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T5.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T6.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T7.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T8.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T9.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T10.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T11.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al anillo de aspersión del recipiente T12.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 1.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 2.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 3.
- Válvula de diluvio para suministrar agua contra incendio al cañón 4.

La filosofía de operación de las válvulas de diluvio es la siguiente:

- Automática: se activa desde el cuarto de control, abre la válvula de diluvio correspondiente del cañón 1, 2, 3, o 4.
- Semi manual: se activa desde donde se encuentra la válvula de diluvio correspondiente del cañón 1, 2, 3, o 4, se acciona cerrando la válvula de corte de aire color amarillo, después se abre la válvula color rojo para desfogar el aire.
- Manual: se activa desde donde se encuentra la válvula de diluvio correspondiente del cañón 1, 2, 3, o 4. Se acciona abriendo la válvula de compuerta.

Hidrantes

La planta cuenta con 10 hidrantes con manguera con capacidad de 350 LPM (92.59 GPM) cada uno. Cada hidrante instalado cuenta con una válvula y una manguera de 30 metros de longitud y un

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 210 de 218
---	---	---

diámetro nominal mínimo de 38 mm (1.5"), y las mangueras están equipadas con chiflón o boquilla reguladora que permite surtir una neblina de agua y alcanzar hasta 30 metros de distancia, operando a una presión de trabajo de 5 kg/cm². Cada hidrante se localiza en un gabinete con puerta y llave.

El sistema de hidrantes cubre el 100% del área de la estación de descarga de gas LP.

Ver Plano Seguridad en el **Anexo A**.

Monitores

La planta cuenta con 4 monitores con capacidad de 1900 LPM (501.9 GPM) cada uno. Cada monitor instalado cuenta con boquilla reguladora que permite surtir una neblina de agua y alcanzar hasta 50 metros de distancia.

El sistema de monitores cubre el 100% del área de descarga de carrotanques.

Ver Plano Seguridad en el **Anexo A**.

Aspersores

Cada recipiente de almacenamiento de Gas L.P. cuenta con un sistema de enfriamiento por aspersión, conformado dos tubos paralelos de 51 mm de diámetro, estos tubos se unen en los extremos para rociar simétricamente al recipiente.

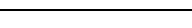
El rociado se realiza mediante boquillas aspersoras repartidas uniformemente y alineadas a lo largo de los tubos. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de 1/2" y gasto de 29.5 L.P.M. para una presión de 3.5 Kg/cm².

Ver Plano Seguridad en el Anexo A.

Toma siamesa

Toma siamesa por el exterior de la planta, la cual se ubica a un costado del estacionamiento.

Ver Plano Seguridad en el **Anexo A**.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Fecha:	Octubre-2021
		Rev.	0
		Página:	211 de 218

Extintores manuales

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor.

Ubicación de extintores	Cantidad	Tipo
Toma de recepción	24	9 Kg ABC
Toma de suministro	8	9 Kg ABC
Compresores	4	9 Kg ABC
Bombas	8	9 Kg ABC
Cuarto de Bombas E.C.I.	2	9 Kg ABC
Estacionamientos	2	9 Kg ABC
Oficina y WC	3	9 Kg ABC
Tablero eléctrico	5	4.5 Kg CO ₂
Caseta, vigilancia y báscula	1	9 Kg ABC
Zona de almacenamiento	12	9 Kg ABC

Ver Plano Seguridad en el **Anexo A**.

Extintor de carretilla

Se cuenta con 6 extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, los cuales se localizan en las zonas de almacenamiento.

Ver Plano Seguridad en el **Anexo A**.

Equipo de protección personal para el combate de incendio.

Se cuenta con dos trajes de BOMBERO para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio y con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 212 de 218
---	---	---

Comunicaciones

Se tienen líneas telefónicas convencionales conectadas a la red pública y existe un cartel en el muro adyacente con la operadora de pedidos en donde se listan los números de emergencia de bomberos, policía, unidades de rescate correspondientes en el área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS cercana. Además, a través del sistema de radio comunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

SISTEMA DE PARO POR EMERGENCIA

La planta cuenta con un Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) el cual se encuentra seccionado en 4 áreas: Área de descarga de carrotaques, Área de almacenes, Área de llenado de Autotankers y Cuarto de control y vigilancia.

La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de descarga de carrotaques activa el paro de compresores, cierre de válvulas neumáticas en ambos puentes y activación de alarma visual y sonora en el área.

La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de almacenes activa el cierre de todas las válvulas internas en todos los almacenes y activación de alarma visual y sonora en el área.

La activación de alguno de los botones del SPPE localizados en el área de llenado de autotankers activa el cierre de todas las válvulas internas en las isletas y la activación de alarma visual y sonora en el área.

La activación del botón de paro por emergencia en el cuarto de control y el del cuarto de vigilancia para por completo la operación de bombas y compresores y activa alarmas visibles y audibles.

Adicionalmente se cuenta con interruptor general cuya función es la de cortar suministro de energía eléctrica a toda la planta excepto a bombas del Sistema Contra Incendio.

La planta cuenta con botones de paro por emergencia localizados en los siguientes puntos.

Cuarto de control y vigilancia.

1 botón de paro por emergencia en el cuarto de control.

1 botón de paro por emergencia en la caseta de vigilancia.

Área de llenado de autotankers.

1 botón de paro por emergencia en cada isla de llenado de autotankers (8 en total).

Área de almacén modulo 2.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 213 de 218
---	---	---

1 botón de paro por emergencia en cada esquina del área de almacenes del módulo 2 (4 en total).

Área de almacén modulo 3.

1 botón de paro por emergencia en cada esquina del área de almacenes del módulo 3 (4 en total).

Área de descarga de carro tanques

1 botón de paro por emergencia en el compresor 1.

1 botón de paro por emergencia en el compresor 2.

1 botón de paro por emergencia en el compresor 3.

1 botón de paro por emergencia en el compresor 4.

1 botón de paro por emergencia en el compresor 5.

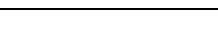
1 botón de paro por emergencia en plataforma de descarga de gas LP (6 en total).

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 214 de 218
---	---	---

10.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Durante la operación de la planta se realizarán las siguientes actividades.

1. Mantener orden y limpieza en las áreas de trabajo.
2. Revisión de equipos y dispositivos de medición y de seguridad.
3. Mantenimiento preventivo a equipos y dispositivos de medición y de seguridad.
4. Llevar a cabo simulacros para atención de contingencias.
5. Administración de cambios de equipos e instrumentos.
6. Estudios de integridad mecánica de líneas y equipos.

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos		Proyecto:	InterSIM
	Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.		Fecha:	Octubre-2021
			Rev.	0
			Página:	215 de 218

10.3. RECOMENDACIONES

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
1	Implementar programa de inspección de líneas y equipos	Todos los equipos de proceso	Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad.		Fuga de gas LP por corrosión.		B
2	Capacitar al personal en la atención de fugas de gas LP	Todos los equipos de proceso	Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.		Fuga de gas LP por corrosión.		B
3	Implementar plan de respuesta a emergencias interno.	Todos los equipos de proceso	Plan de respuesta a emergencias		Fuga de gas LP por corrosión.		B
4	Implementar plan de respuesta a emergencias externo.	Tanques de almacenamiento	Plan de respuesta a emergencias	1.8.1, 1.8.2	BLEVE tanque de almacenamiento		B
5	Capacitar al personal en la aplicación del procedimiento de operación para trasvase de gas LP de carotankes a recipientes de Almacenamiento.	Carrotank	Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	8.1.1	Fuga de gas LP por represionamiento de carotank.		B
6	Capacitar al personal en la aplicación del procedimiento de operación para la carga de gas LP a autotank.	Autotank	Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.	16.1.1	Fuga de gas LP por represionamiento de autotank.		B

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 216 de 218
---	---	---

Escenario de riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de riesgo	Recomendación	Responsable	
Fuga de gas LP por corrosión.	1	B	Implementar programa de inspección de líneas y equipos.		
Fuga de gas LP por corrosión.	2	B	Capacitar al personal en la atención de fugas de gas LP.		
Fuga de gas LP.	3	B	Implementar plan de respuesta a emergencias interno.		
BLEVE tanque de almacenamiento	4	B	Implementar plan de respuesta a emergencias externo.		
Fuga de gas LP por de represionamiento de carrotanque.	5	B	Capacitar al personal en la aplicación del procedimiento de operación para trasvase de gas LP de semirremolque a recipientes de Almacenamiento.		
Fuga de gas LP por de represionamiento de autotanque.	6	B	Capacitar al personal en la aplicación del procedimiento de operación para la carga de gas LP a autotanque.		

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 217 de 218
---	---	---

11. CONCLUSIONES

La planta de Almacenamiento para distribución de gas LP se localiza en Boulevard Ferropuertos y Boulevard del Desierto Lotes 36, 37, 38, 39 , 40, 41 A, 41B, 42 B, 43B, Fraccionamiento Industrial Ferropuertos en la ciudad de Torreón, Coahuila.

El uso de suelo es de tipo industrial y no se localizan asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica y cuerpos de agua.

Como resultado del bajo régimen de las lluvias en la zona no existen condiciones para que se presenten inundaciones, y resulta poco probable que se presenten deslizamientos de tierras o cualquier otro proceso relacionado que pueda afectar las instalaciones de la planta de gas.

En el área del proyecto no se encontraron y no se tienen registros de especies de fauna con algún tipo de categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-01.

La Planta se diseñó y construyó conforme a las especificaciones técnicas de seguridad 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 lo referente a la localización de los equipos, se consideraron los aspectos de separación de fuentes inflamables y fuentes de ignición, dirección del viento y distancias recomendadas por la NOM-001-SESH-2014.

El análisis HAZOP identificó los siguientes escenarios de riesgo:

- Fugas por sobrellenado de recipientes de almacenamiento y autotanques.
- Fugas de gas LP por alta presión debido a descarga bloqueada en las operaciones de trasvase de carrotanque a tanques de almacenamiento y en las operaciones de llenado de autotanques.
- Fugas de gas LP en las diferentes tuberías por corrosión.
- Ruptura de manguera por desplazamiento de carrotanque o autotanque debido a mala aplicación de procedimientos.

De las figuras VI.2-4, VI.2-5, VI.2-6 y VI.2-7 se determina lo siguiente:

- El 80.4% de los escenarios de riesgo por fatalidades se clasifica con riesgo bajo y el 19.6% con riesgo medio.
 - El 80.4% de los escenarios de riesgo por personas lesionadas se clasifica con riesgo bajo y el 19.6% con riesgo medio.
 - El 96.3% de los escenarios de riesgo por liberación de hidrocarburos se clasifica con riesgo bajo y el 3.7% con riesgo medio.
-

	Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos Planta para Distribución de gas LP InterSIM S.A. de C.V.	Proyecto: InterSIM Fecha: Octubre-2021 Rev. 0 Página: 218 de 218
---	---	---

- El 100% de los escenarios de riesgo por daños a bienes se clasifica con riesgo bajo.

La estimación de consecuencias determinó que los escenarios más probables de presentarse (con diámetros de orificio menores o iguales a 0.6 pulgadas) no tienen efectos a componentes ambientales y asentamientos humanos y no rebasan los límites de la propiedad.

Los eventos poco probables con diámetros de orificio de 2 pulgadas no tienen efectos a componentes ambientales y asentamientos humanos y podría afectar a empresas aledañas a la planta de almacenamiento.

Solo en el caso de que se presente un evento catastrófico se tendrían efectos hacia asentamientos humanos con consecuencias menores, ya que se localizan a una distancia aproximada de 800m. Aunado a lo anterior la probabilidad de que se presente este evento es muy baja considerando los diferentes sistemas de seguridad con que cuenta la Planta.

Para mitigar los eventos de fuga determinados en el Análisis de Riesgo se cuenta con sistema de detección y alarma audible y visible de gas y fuego, sistema de paro por emergencia con acción a paro de bombas y compresores y cierre de válvulas neumáticas, bloqueo con válvulas manuales, válvulas de exceso de flujo, red que suministra agua contra incendio a anillos de aspersión, hidrantes y monitores y extintores a base de polvo químico seco.

Por lo anterior se concluye que la Planta de almacenamiento para distribución de gas LP de la EMPRESA INTERSIM, S.A. de C.V. cuenta con los dispositivos de seguridad recomendados para operar de una manera segura y su ubicación es la adecuada, ya que en el caso de un accidente no afectará a terceros, más, sin embargo, es conveniente que se apliquen las recomendaciones emitidas en el presente estudio para minimizar el error humano.

12. RESUMEN EJECUTIVO

El resumen se presenta en el **Anexo I**.