

ANÁLISIS DE RIESGO

Sector Hidrocarburos

Actividades Altamente Riesgosas

Estación de Descompresión NOVASEM



CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.

ANÁLISIS DE RIESGO

Sector Hidrocarburos

Actividades Altamente Riesgosas

CAPÍTULO I

Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el Proyecto

Estación de Descompresión NOVASEM



CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO I

Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto

CONTENIDO

1.1 BASES DE DISEÑO	8
1.1.1 Objetivo	8
1.1.2 Generalidades del proyecto	8
1.1.3 Documentos de referencia	10
1.1.4 Ingeniería de proceso	10
1.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	19
1.2.1 Descripción del proceso	19
1.2.2 Etapas del proceso	19
1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD	21
1.3.1 Señalización	21
1.3.2 Paros de Emergencia y Extintores	21
1.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN	22
1.4.1 Condiciones de operación en equipos y accesorios	22
1.4.1.1 Postes de descarga	22
1.5 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	24
1.5.1 Delimitación del Sistema Ambiental	24
1.5.2 Área de Influencia	25
1.5.3 Caracterización y análisis de Sistema Ambiental	26
1.5.4 Medio Abiótico	26
1.5.4.1 Clima	26
1.5.4.2 Temperatura promedio mensual y anual	27
1.5.4.3 Precipitación	28
1.5.4.4 Fenómenos climatológicos	28
1.5.4.5 Geología	31
1.5.4.6 Características del relieve	32
1.5.4.7 Susceptibilidad de riesgos	34
1.5.4.8 Suelo	36

1.5.4.9 Hidrología	37
1.5.5 Medio Biótico	40
1.5.5.1 Vegetación	40
1.5.5.2 Uso de suelo	42
1.5.5.3 Muestreo	43
1.6 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	45
1.6.1 Población	45
1.6.2 Lenguas indígenas	45
1.6.3 Educación	46
1.6.4 Calidad de vida	47
1.6.5 Servicios y conectividad en la vivienda	48
1.6.7 Medio de transporte al trabajo y colegio	49
1.6.8 Población económicamente activa	50
1.6.9 Salud	51
1.7 PAISAJE	51
1.7.1 Unidades del Paisaje	52
1.7.2 Calidad Visual	52
1.7.3 Fragilidad Visual	53
1.8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	53
1.8.1 Integración e interpretación del inventario ambiental	54
1.8.1.1 Factores Abióticos	54
1.8.1.2 Factores Bióticos	55
1.9 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	56
1.9.1 Objetivo	56
1.9.2 Alcance	57
1.9.3 Definiciones	57
1.9.4 Análisis preliminar de riesgos	63
1.9.5 Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares	64
1.9.6 Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgo	67
1.9.6.1 Fase de identificación y análisis de riesgo cualitativo	67

1.9.6.1.1	Criterios de selección de las metodologías utilizadas para el análisis y evaluación de riesgos	67
1.9.6.2	Identificación de peligros y evaluación de riesgos	68
1.9.6.3	Descripción y desarrollo de la metodología para la identificación de riesgos	68
1.9.6.4	Evaluación de riesgos	74
1.9.6.5	Matriz de riesgos	76
1.9.6.6	Clasificación de los niveles de riesgo	78
1.9.6.7	Fase de análisis de riesgo	78
1.9.6.8	Nodos analizados del HazOp	78
1.9.6.9	Determinación de escenarios de riesgo (Jerarquización)	79
1.9.6.10	Sistemas analizados (metodología ¿Qué pasa sí...?)	81
1.9.6.11	Determinación de escenarios de riesgo (Jerarquización)	82

Índice de Tablas

Tabla I.1	Coordenadas UTM que delimitan el polígono donde se desarrollará la “Estación de Descompresión NOVASEM”	9
Tabla I.2	Especificaciones de la Unidad de Regulación de Presión (PRU) que se utilizará en la “Estación de Descompresión NOVASEM”	16
Tabla I.3	Especificación del Gas Natural	20
Tabla I.4	Áreas y superficies delimitadas para la construcción de la “Estación de Descompresión NOVASEM”	26
Tabla I.5	Estación climatológica más cercana al área del Sistema Ambiental definido para el proyecto	27
Tabla I.6	Valores promedio de las “Normales Climatológicas” de la estación climatológica más cercana al área del Sistema Ambiental (SMN, 2010).....	28
Tabla I.7	Valores promedio de Precipitación Pluvial Anual dentro del Sistema Ambiental.....	28
Tabla I.8	Zonas sísmicas de México	35
Tabla I.9	Descripción de las características presentes de los Vertisoles.....	37
Tabla I.10	Resumen de la Hidrología superficial del Sistema Ambiental	38
Tabla I.11	Vegetación representativa del Acatlán de Juárez, Jalisco.....	41
Tabla I.12	Vegetación ubicada en el municipio de Acatlán de Juárez y enlistada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010	42
Tabla I.13	Especies de fauna reportadas en el municipio de Acatlán de Juárez.....	43
Tabla I.14	Población total Acatlán de Juárez.....	45

Tabla I.15 Sustancias de mayor índice de accidentes (1996 2002)	66
Tabla I.16 Tabla de clasificación de frecuencias para escenarios de riesgo	74
Tabla I.17 Descripción de las consecuencias	75
Tabla I.18 Matriz de riesgo	77
Tabla I.19 Niveles de riesgo	78
Tabla I.20 Nodos analizados en la identificación de riesgos mediante la Metodología HazOp.....	78
Tabla I.21 Resumen de resultados de la identificación de riesgos.....	79
Tabla I.22 Matriz de daños al personal.....	79
Tabla I.23 Matriz de daños a la población	80
Tabla I.24 Matriz de daños al medioambiente	80
Tabla I.25 Matriz de daños a la instalación	81
Tabla I.26 Total de escenarios inherentes	81
Tabla I.27 Sistemas analizados en la identificación de riesgos mediante la Metodología ¿Qué pasa sí...?	81
Tabla I.28 Resumen de resultados de la identificación de riesgos.....	82
Tabla I.29 Matriz de daños al personal.....	82
Tabla I.30 Matriz de daños a la población	83
Tabla I.31 Matriz de daños al medioambiente	83
Tabla I.32 Matriz de daños a la instalación	84
Tabla I.33 Total de escenarios inherentes	84
Tabla I.34 Escenarios de riesgos identificados	85

Índice de Figuras

Figura I.1 Ubicación del área donde se desarrollará el proyecto de la	8
"Estación de Descompresión NOVASEM"	8
Figura I.2 Polígono donde se ubicará la "Estación de Descompresión NOVASEM"	9
Figura I.3 Área de la "Estación de Descompresión NOVASEM"	11
Figura I.4 Identificación de las áreas definidas para la Construcción y Operación de la... 25	
"Estación de Descompresión NOVASEM" (NOV)	25
Figura I.5 Clima dentro del Sistema Ambiental (SA) y Área de desarrollo del proyecto (AP)	27
Figura I.6 Clasificación de la intensidad de sequía.....	29
Figura I.7 Monitoreo de sequía de México para el periodo comprendido entre el..... 30	
01 y 15 de marzo de 2021.....	30
Figura I.8 Monitoreo de sequía de México para el periodo comprendido entre el..... 30	
01 y 15 de julio de 2021	30

Figura I.9 Geología dentro del Sistema Ambiental (SA) y Área de desarrollo del proyecto (AP).....	32
Figura I.10 Geomorfología dentro del Sistema Ambiental y Área del proyecto	33
Figura I.11 Topografía dentro del Sistema Ambiental y Área del proyecto.....	34
Figura I.12 Regionalización sísmica de la República Mexicana	35
Figura I.13 Tipo de suelo dentro del Sistema Ambiental y Área de desarrollo del proyecto	36
Figura I.14 Mapa de Regiones Hidrológico-Administrativas de la República Mexicana	37
Figura I.15 Cuencas Hidrológicas dentro del Sistema Ambiental y área de desarrollo del proyecto	38
Figura I.16 Hidrología superficial dentro del Sistema Ambiental y área de desarrollo del proyecto	39
Figura I.17 Profundidad al nivel estático (m) correspondiente al acuífero Lagunas	40
Figura I.18 Vegetación y Uso de suelo dentro del área de estudio	42
Figura I.19 Lenguas maternas habladas en Acatlán de Juárez.....	46
Figura I.20 Niveles de escolaridad en Acatlán de Juárez.....	47
Figura I.21 Distribución de viviendas particulares en 2020.....	47
Figura I.22 Porcentaje de población con enseres menores.....	48
Figura I.23 Porcentaje de población con acceso a servicios tecnológicos	48
Figura I.24 Porcentaje de población con acceso a transporte.....	48
Figura I.25 Distribución de la población según el tiempo de traslado al trabajo.....	49
Figura I.26 Medios de transporte utilizados en Acatlán de Juárez.....	50
Figura I.27 Población económicamente activa dentro de Acatlán de Juárez.....	50
de acuerdo con el género.....	50
Figura I.28 Afiliación a los servicios de salud en el municipio de Acatlán de Juárez.....	51
Figura I.29 Unidad del paisaje definida como “Sierras de Acatlán de Juárez, Jalisco”	52
Figura I.30 Secuencia de elaboración de la metodología HazOp.....	72
Figura I.31 Secuencia para el desarrollo de la metodología ¿Qué pasa sí...?.....	73

CAPÍTULO I

Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto

1.1 BASES DE DISEÑO

1.1.1 Objetivo

El presente Estudio tiene como objetivo describir los lineamientos técnicos sobre sobre los cuales se diseñará la Ingeniería de detalle del proyecto denominado **“Estación de Descompresión NOVASEM”** en cumplimiento con la norma oficial mexicana NOM-010-ASEA-2016, que especifica los requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores.

1.1.2 Generalidades del proyecto

La **“Estación de Descompresión NOVASEM”** se pretende ubicar en la Carretera de **UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP** en la Figura I.1; y como se indica en el Contrato de Distribución, Transporte, Compresión, Descompresión y Suministro de Gas Natural Comprimido que celebra CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V. quien será la Suministradora y como Consumidor Novasem, Innovaciones, S.A. de C.V. (Anexo I-1).



Figura I.1 Ubicación del área donde se desarrollará el proyecto de la **“Estación de Descompresión NOVASEM”**

Estación de Descompresión NOVASEM

La Estación de Descompresión se instalará en una superficie de 195.75 m², el cual estará delimitado por cuatro vértices con las coordenadas UTM mostradas en la Tabla I.1.

Tabla I.1 Coordenadas UTM que delimitan el polígono donde se desarrollará la **"Estación de Descompresión NOVASEM"**

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	
2		
3		
4		

Es importante denotar que, la Estación de Descompresión se ubicará dentro de las instalaciones de Novasem Innovaciones S.A. de C.V., empresa que se dedica a la producción de las semillas de maíz híbrido, además de tener participación en la investigación y desarrollo en el sector agrícola, y la comercialización de sus productos se realiza a través de una red de distribuidores localizados a lo largo de la República Mexicana (Figura I.2).



Figura I.2 Polígono donde se ubicará la **"Estación de Descompresión NOVASEM"**

La ejecución del proyecto tiene como finalidad la instalación de una Estación de Descompresión para recibir GNC y posteriormente, reducir la presión del gas, de modo tal que sea utilizado

Estación de Descompresión NOVASEM

como insumo en los procesos de la empresa Novasem Innovaciones S.A. DE C.V., siendo el responsable y propietario de la Estación la empresa Suministradora, es decir, CORPORACIÓN C H 4, S.A. de C.V.

1.1.3 Documentos de referencia

Con la finalidad de identificar los componentes de la Estación de Descompresión a continuación se enuncian documentos Anexos:

- ✓ Anexo I-2. Manuales de equipos de la Estación de Descompresión
- ✓ Anexo I-3. Plot Plan de la Estación de Descompresión
- ✓ Anexo I-4. Plano de Detalle eléctrico de la Estación de Descompresión

1.1.4 Ingeniería de proceso

La “**Estación de Descompresión NOVASEM**” tiene como finalidad reducir la presión del Gas Natural para su uso en los procesos de producción de semillas de maíz híbrido en la planta de Acatlán de Juárez, Jalisco.

El diseño de la Estación se realizará en cumplimiento con la normatividad aplicable en su materia, tales como:

- ✓ **NOM-001-SECRE-2010.** Especificaciones de Gas Natural.
- ✓ **NOM-002-SEDE-2018.** Establece los requisitos mínimos de seguridad y eficiencia energética que deben cumplir los transformadores de distribución, además establece los métodos de prueba que deben utilizarse para evaluar estos requisitos.
- ✓ **NOM-010-ASEA-2016.** Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores.
- ✓ **NOM-018-STPS-2015.** Establecer los requisitos para disponer en los centros de trabajo del sistema armonizado de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir daños a los trabajadores y al personal que actúa en caso de emergencia.

Todas las disciplinas de Ingeniería deberán considerar en sus diseños tecnologías de punta en relación con los materiales y equipos especificados.

La Estación de Descompresión ocupará un área de 195.75 m² otorgada en comodato por parte del cliente a CORPORACIÓN C H 4, S.A. de C.V., su distribución se muestra en la Figura I.3 y se compondrá de los siguientes elementos:

- Área de andenes para 2 módulos de almacenamiento móvil
- Dos postes de descarga con 2 mangueras y accesorios de alta presión
- Un Módulo de Reducción de Presión de 1,000 Nm³/h

Estación de Descompresión NOVASEM

- Un Módulo de Control de Calentamiento
- Una Caseta de Operación

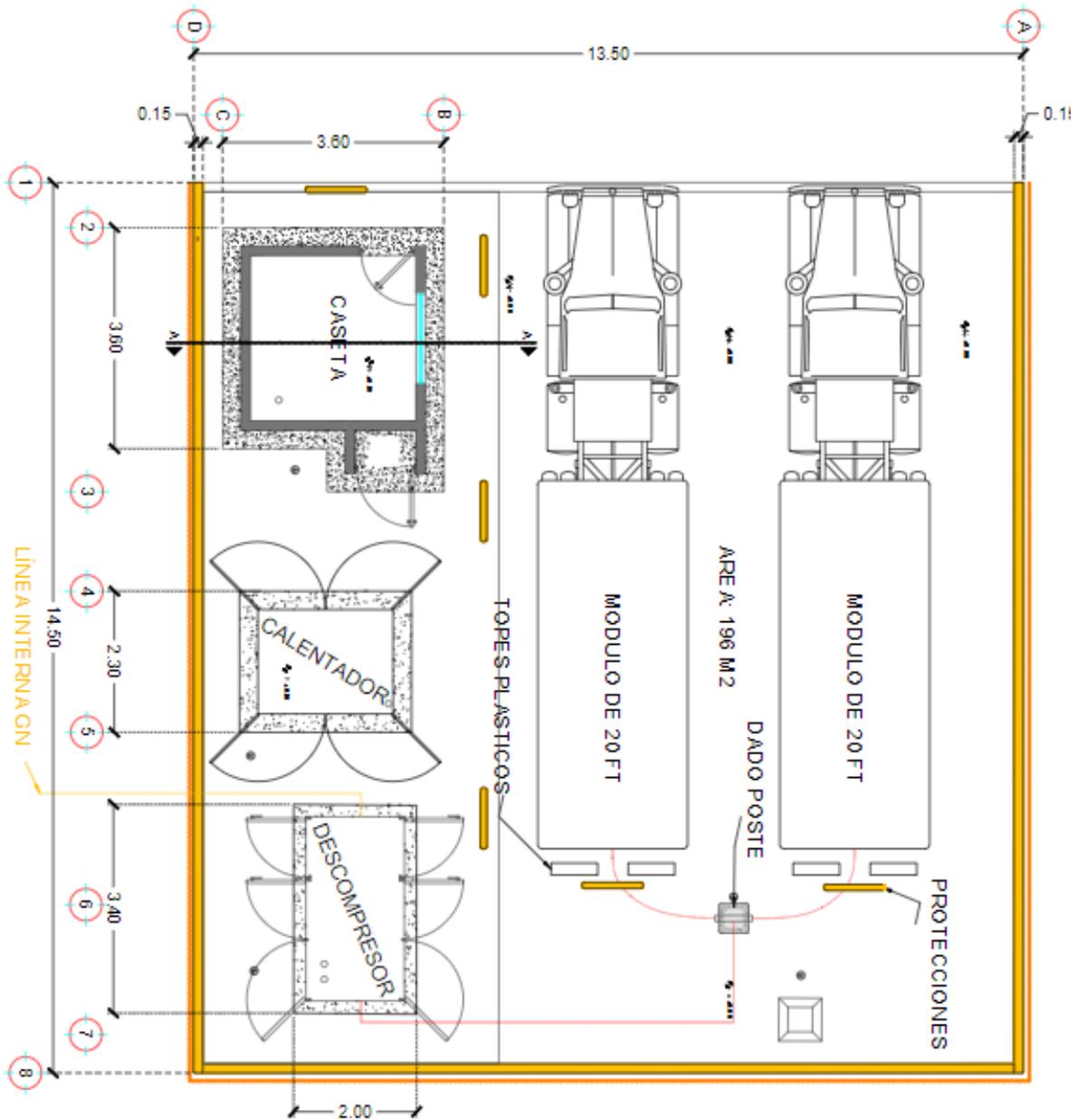


Figura I.3 Área de la “Estación de Descompresión NOVASEM”

1.1.4.1 Obra civil

Su diseño se realizó en cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes: **NOM-002-ASEA-2016, NOM-010-ASEA-2016, NOM-002 SEDE-2018, NOM-018 STPS-2015**

Estación de Descompresión NOVASEM

El proyecto ocupará un área de 195.75 m², otorgada en el comodato por parte del cliente a CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V. y se integrará de los siguientes elementos:

- ✓ Área de andenes
- ✓ Área de descompresión de GNC
- ✓ Área de Operación

➤ **Área de andenes**

Esta área tendrá el espacio para maniobrar y estacionar dos MAM de 20 ft de longitud en reversa. En esta área se colocarán dos pares de topes de concreto pintado en negro y amarillo con una altura de 15 cm sobre el nivel de piso terminado, que limitarán el recorrido del MCA hasta el punto final, además se colocará una protección de acero de 4" de diámetro pintado en amarillo la cual será un elemento adicional para limitar el retroceso del Módulo de Calentamiento de Agua (MCA).

El subsuelo de esta área se conformará de material compactado en diversas capas con un acabado superior de 5 cm de grava de ¾" para evitar levantamiento de polvo.

Se instalará un poste de 7 m de altura y una luminaria LED de 60 w de potencia tipo alumbrado público para iluminar el poste de descarga y la parte trasera del MCA que facilitará las tareas del operador.

También contará con un registro de tierra física que conectará al poste de descarga y a la plataforma o chasis de los dos MCA mediante cable y caimanes.

➤ **Área de Descompresión**

En esta área serán colocados los equipos que permiten el proceso de despresurizar el GNC de 250 bar a 4 bar. Entre los equipos dentro de esta área se encontrará la PRU, el poste de descarga y el MCA.

Tanto el PRU como el MCA se montará sobre una base de concreto reforzado con una elevación de 10 cm sobre el nivel de piso terminado. El poste será fijado sobre un dado de 40x40 cm con elevación de 10 cm sobre el nivel de piso terminado. Estos elementos estarán conectados a un registro eléctrico de tierras que permitirá dispersar las cargas estáticas o por falla de un aparato eléctrico a tierra. En esta área se encontrarán señaléticas que advertirán al personal que ingrese de los riesgos latentes en esta área. Asimismo, se tendrán extintores de polvo químico seco en las inmediaciones del poste y la PRU.

➤ **Área de Operación**

Dentro de esta área se localizará una caseta que tiene como finalidad albergar al operador de la Estación de Descompresión, así como el resguardo de la herramienta, documentos, material de limpieza, tableros de control y tableros de distribución eléctrica.

Cabe mencionar que, en esta caseta se realizarán pequeñas tareas de mantenimiento preventivo y correctivo básicas como limpieza de partes y armado de equipos entre otras actividades más.

La instalación eléctrica será visible en cumplimiento con la norma oficial mexicana NOM-002-SEDE-2018 y en apego con las buenas prácticas de instalaciones eléctricas industriales.

1.1.4.2 Obra Mecánica

Los criterios del diseño mecánico tienen el objetivo de servir como una guía de diseño para el proyecto, los cuales son aplicables a todos los equipos involucrados en el presente proyecto salvo que se indique lo contrario. En la descripción particular de cada equipo, se registrarán por sus especificaciones particulares y este estará diseñado para mantener su integridad estructural, la capacidad funcional en las condiciones de servicio especificadas y en el comportamiento requerido.

El sustento técnico, así como los criterios de diseño mecánico, quedarán por escrito y como evidencia de las normas y prácticas de ingeniería con las cuales fueron fabricados o ejecutados, mismos que serán presentados mediante los siguientes documentos:

- Especificaciones técnicas
- Hojas de datos
- Planos de arreglos generales mecánico
- Planos de detalle de diseño y montaje
- Memorias de cálculo de equipo

Todos los equipos, montajes, materiales y trabajos mecánicos serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las últimas ediciones aplicables de normas, códigos o especificaciones.

La obra mecánica iniciará en poste de descarga, el cual consiste en un conjunto de elementos que se encargará de realizar la descarga que va desde los tanques de los módulos a la línea de entrada de alta presión de la PRU. El GNC que fluye hacia el equipo de descompresión será canalizado a través de una tubería de 1" Ø con espesor de 0.120".

Una vez que la presión es reducida por el PRU, se requerirá un equipo MCA que elevará la temperatura del gas por medio de circulación de agua caliente en la trayectoria de la tubería de descarga a través de un serpentín al interior de un intercambiador de calor integrado en la PRU,

debido a que, con la reducción de presión, el gas en la descarga de la unidad de descompresión llega a alcanzar temperaturas de congelamiento debido al efecto Joule Thompson.

Posteriormente del proceso de descompresión de 2 etapas en la PRU, el GN es conducido hacia el tren de medición compuesto por un flujómetro tipo turbina (FMG Modelo G-160 de 3" de Ø conexión brida RF, ANSI Cl. 150), un transductor de presión (rango de 0 a 6 bar con válvula de aguja) y un transmisor de temperatura (rango 0 a 100 °C, con termopozo). Una vez medido el flujo Volumétrico se canaliza a la brida de conexión de salida a baja presión de 3" Ø Ced. 150, para entregar el GN al usuario con una presión de 4 kg/cm².

El dictamen de la línea de alta presión será realizado por una Unidad Verificadora acreditada y con registro vigente ante la e.m.a. posterior a los trabajos realizados. La documentación requerida, para obtener el acta circunstanciada y el dictamen final subsecuente, será gestionada por parte de CORPORACIÓN CH 4, S.A. de C.V. con apoyo de los departamentos relacionados por parte del usuario y por parte de la / los contratistas involucrados en los trabajos de obra mecánica.

1.1.4.3 Equipos

❖ Postes de descarga

El poste de descarga es un elemento en el equipamiento de una Estación de Descompresión, ya que por medio de este se conectan los módulos de transporte de GNC a la Estación de Regulación y Medición de Gas Natural.

A continuación, se presenta un desglose de los elementos que conforman al poste de descarga y su función en el equipo y en el Anexo II-2 se encuentra su Manual.

Manguera de descarga

Este está equipado con un par de mangueras multicapa de conexión rápida diseñadas para una presión de trabajo de 5,000 psi, lo cual nos permitirá una operación segura en la maniobra de descarga, las mangueras brindan la versatilidad ideal para no interrumpir el suministro de gas, pues mientras un módulo este por agotarse, se puede conectar uno de respaldo para que en el instante en que se requiera solo se abra una válvula (en el poste) y el flujo de gas sea continuo, la versatilidad de este equipo y si las condiciones de consumo lo demandan, permite conectar las dos mangueras a un mismo módulo para dar abasto al cliente en caso de caudales levados.

Válvula break away

Como medida de seguridad y siguiendo la norma oficial mexicana NOM-010-SECRE-2002, que regula entre otros aspectos las condiciones de seguridad en las Estaciones de Descompresión, este equipo cuenta con una "Válvula break away" conectada a cada una de las mangueras de descarga, la función de esta válvula radica en evitar fugas por no desconectar la manguera de

descarga, es decir que, si el maniobrista del módulo no desconecta la manguera y tira de ella, en este caso esta válvula se secciona en dos partes y sellará en ambas direcciones evitando fugas, este accesorio está fabricado en acero inoxidable y diseñado para una presión de 4,300 psi.

Válvula de corte general

Esta válvula permite el suministro de gas a la PRU, el poste cuenta con dos vías (desde la manguera de descarga), cada una cuenta con una válvula de entrada tipo "bola" que se acciona manualmente, la válvula está fabricada en acero inoxidable y diseñadas para alta presión (6,000 psi).

Manómetro

El poste está equipado con dos manómetros análogos uno para cada línea de suministro de la marca "DEWIT" con un rango de lectura máximo de 8,000 psi, que permite un monitoreo rápido de la presión de entrada del gas al sistema, para efectos de mantenimiento se instala una válvula de tipo "bola" para poder desmontar el manómetro.

Línea de desfogue

Cada línea de suministro cuenta con su propio desfogue (dos en total) con una altura de 3 m sobre la base de anclaje, cada desfogue cuenta con una válvula de tipo "bola", que permite abrir o cerrar esta vía. Estos desfogues están identificados en color rojo y se encuentran a un lado de la válvula de entrada, siguiendo el diagrama de flujo, la línea de desfogue se encuentra antes que la válvula de suministro, esto permite la desconexión del módulo al descomprimir y drenar el gas alojado en la manguera de descarga. Este elemento de seguridad cumple con la norma oficial mexicana NOM-010-SECRE-2002.

❖ Unidad de Regulación de Presión

Este sistema de fábrica es preensamblado y montado a una estructura de acero que permite maniobrar el equipo con dimensiones de 2.4 x 1.9 x 2.2 m; consta de 2 etapas de regulación, con capacidad hasta 600Nm³/h.

La PRU se compone de diversos elementos para operar de forma segura y acondicionar el Gas Natural para el suministro de la empresa. Entre sus características se encuentra:

- ❖ Un puerto de entrada de GNC (alta presión)
- ❖ Un par de filtros contra condensados y partículas sólidas
- ❖ Un intercambiador de calor para compensar el efecto Joule-Thomson
- ❖ Un puerto de alimentación al sistema de calefacción
- ❖ 2 etapas de regulación redundantes con 2 válvulas instaladas en arreglo monitor
- ❖ Tuberías y accesorios acorde a su capacidad de presión requerida

Estación de Descompresión NOVASEM

- ❖ Una válvula de seguridad calibrada a 20 Bar
- ❖ Un explosímetro
- ❖ Un tablero de control
- ❖ Un sistema de medición de flujo en el puerto de salida

Las especificaciones del modelo de la Unidad de Regulación Presión que se utilizarán en la **“Estación de Descompresión NOVASEM”**, se encuentran en la Tabla I.2 y en el Anexo I-2 se incluye el manual de la PRU.

Tabla I.2 Especificaciones de la Unidad de Regulación de Presión (PRU) que se utilizará en la **“Estación de Descompresión NOVASEM”**

Fabricante	BonGas
Modelo	BG-D-600
No. de Serie	582
Capacidad	600Nm ³ /h
Presión de entrada	250 Bar
Presión de salida	4 Bar

Intercambiador de Calor

Con el propósito de evitar formaciones de hielo e hidratos, la PRU esta provista de un calentador integrado el cual tendrá como función ceder energía al GN mediante la circulación de agua caliente a 85°C que proviene del MCA instalado externamente a 3 m de distancia aproximadamente. En el Anexo 1-2 se incluye su manual para mayor referencia.

La alimentación del calentador emplea el mismo gas de la Estación en su etapa de baja presión, lo que garantiza un mayor margen de seguridad de trabajo, autonomía e independencia de instalaciones eléctricas brindando seguridad y confianza en la operación.

Filtros

La PRU cuenta con un de sistema de filtrado para elementos coalescentes y partículas. Estos equipos funcionan filtrando desde el interior del elemento hacia el exterior. Las impurezas se acumulan en el elemento de filtrado, permitiendo que el gas limpio continúe su recorrido hacia las etapas de descompresión. Los filtros tienen una eficiencia para coalescencia del 99.5% con un diseño de retención.

El filtro coalescente cuenta con un sistema de drenaje de fluidos, provisto con una válvula de bola, de ¼ de giro, para controlar la salida de los condensados, esta debe de manipularse con cuidado ya que se encuentra en la etapa de alta presión de la estación.

Primera etapa de regulación

En la regulación de la primera etapa se encuentra un arreglo en paralelo de 7 reguladores de alta presión tipo BG3600 que garantiza un flujo de hasta 700 m³/h.

Válvula de seguridad en primera etapa de regulación

La PRU cuenta con una válvula de seguridad debidamente calibrada en banco de pruebas. Su función es permitir que escape cualquier exceso de presión dentro de un recipiente o tubería, antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo su personal, instalaciones y equipo.

- Diseño convencional operado por resorte
- Descarga lateral para servicio en líquidos, gases y vapores
- Presión máxima de operación: 21.1 Kg/cm² (300 psi)
- Temperatura máxima de operación: 208°C (406°F)
- Medida nominal de ½"
- Conexión roscada estándar macho a la entrada NPT y hembra a la salida NPT
- Fabricadas bajo los lineamientos de la norma NOM-093-SCFI-1994
- Cumple con la sección VIII del código ASME

Segunda etapa de regulación

La segunda etapa de regulación se tendrá bajo las siguientes características:

- Regulador: 160AP-BG + SBC 87-BG
- Presión de entrada: 12 bar hasta 2 bar
- Tipo de funcionamiento: Normalmente abierto
- Presión de salida: 4.5 bar hasta 2 bar
- Rango de temperatura de diseño: -10°C hasta 60°C
- Rango de temperatura de ambiente: -20°C hasta 60°C
- Clase de precisión AC: hasta 5
- Clase de precisión de Cierre 5G: hasta 10
- DN: 1"
- Tipo de conexión: ANSI 600

Sistema de medición de flujo

La Estación cuenta con un sistema para medición del GN que se suministrará a la línea interna del cliente. Este sistema se conforma de un transmisor de flujo tipo desplazamiento positivo, un transmisor de presión, un transmisor de temperatura y un computador de flujo.

Estación de Descompresión NOVASEM

- Transmisor de flujo

El medidor de gas rotativo FMG es un medidor de gas de tipo de desplazamiento. La medición real se realiza mediante dos impulsores (rotores) en forma de 8 que giran dentro de una cámara de medición. Durante una revolución completa de los rotores, un volumen fijo se desplaza desde la entrada a la salida del medidor. El número de revoluciones representa la cantidad de volumen pasado. El volumen se muestra en un índice de tipo de contador de lectura directa. Se pueden usar varios pulsadores de baja y alta frecuencia para fines de control o cálculo de flujo.

- Transductor de presión

Este es un equipo que medirá la presión del GN en un puerto asignado en la línea de baja presión. Cuando la presión del proceso flexiona el diafragma metálico y este a su vez empuja al fluido de llenado, se transfiere una fuerza que deforma al puente de Wheatstone (tecnología de semiconductores) que mide y evalúa el cambio dependiente de la presión en la tensión de salida del puente.

Tiene un rango de 0 a 6 Bar manométricos, salida 4-20 mA, intrínsecamente seguro, membrana metálica de acero inoxidable soldada, conexión a proceso ½" NPTM, cuenta con una válvula de aguja para aislarlo de la presión de proceso en caso de mantenimiento.

- Transmisor de temperatura

Este tendrá la función de medir la temperatura de proceso mediante su elemento primario tipo Pt-100, el cual dadas sus características de su comportamiento lineal de resistencia medirá, escalará y acondicionará la señal mediante un transmisor montado en el cabezal del equipo que modulará una señal de salida analógica de corriente proporcional a la temperatura del proceso.

El equipo se compone de un sensor Pt-100 con un rango de operación de - 50 a 600 °C, un tubo de protección de 6 mm, una carcasa de aluminio vaciado tipo Din B, un transmisor de rango configura el con salida analógica 4-20 mA. Se encontrará montado a la línea de baja presión de GN mediante un termopozo que aislará el fluido del sensor lo cual facilitará las tareas de mantenimiento sin tener que parar el proceso o tener riesgo de fuga a la atmosfera de GN.

- Computador de flujo

Este elemento es el que calculará el volumen corregido con base en la norma AGA 9, cuenta con entradas analógicas para integrar las señales de las variables de flujo, presión y temperatura que provienen de los equipos respectivos anteriormente descritos.

Este equipo contará con comunicación digital que permitirá concentrar y comunicar, mediante protocolo ModBus RTU, las señales de las variables mencionadas además de la temperatura del agua del intercambiador, la presión en primera y segunda etapa de regulación, explosividad en la PRU.

❖ **Módulo de Calentamiento de Agua (MCA)**

El MCA consta de una caldera para agua que se alimenta de Gas Natural (GN), un regulador de gas, un quemador, control con pantalla y una bomba. El MCA calienta y bombea agua a través de un circuito continuo a la PRU. Este equipo quemará una cantidad relativamente pequeña de GN suministrado por la PRU que se toma de un puerto ubicado en la segunda etapa de regulación previo al tren de medición.

El gas en expansión que proviene del MAM fluye hacia el PRU donde es filtrado y calentado por un intercambiador de calor, que recibió agua caliente de MCA. A continuación, el gas se regula, se mide y se descarga.

Los controles eléctricos para cada uno de los componentes principales están alojados dentro de su ensamblaje en un gabinete apropiado para la clasificación del área. Los controles eléctricos incluyen un paro de emergencia.

1.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

1.2.1 Descripción del proceso

El suministro de Gas Natural por modalidad de estaciones móviles es un proceso cíclico que inicia por el ingreso de un Módulo de Almacenamiento Móvil (MAM) que transportan GNC, el cual será transportado vía terrestre por un tractocamión al interior de la Estación de Descompresión donde se estacionará y acoplará en uno de los dos andenes disponibles.

Para asegurar el suministro continuo de Gas Natural a la empresa Novasem Innovaciones, S.A. de C.V., en la "Estación de Descompresión NOVASEM" estará un MAM conectado a una Unidad de Regulación de Presión (PRU, *por sus siglas en inglés*) mediante una manguera de uno de los postes de descarga, en tanto un MAM lleno, proveniente de la planta de compresión, llegará con tiempo de anticipación a la Estación de Descompresión para conectarse al poste de descarga desocupado, en espera para ser puesto en servicio.

Una vez que el MAM conectado en "descarga" baje su presión hasta 20 bar, se abrirá la válvula del MAM "lleno" para igualar la presión y ponerlo en "descarga"; posteriormente el MAM "vacío" se desconectará del poste y será remolcado a la planta de Compresión para nuevamente iniciar el ciclo de compresión, transporte y descarga del Gas Natural.

1.2.2 Etapas del proceso

La Estación de Descompresión se estructurará con las siguientes etapas:

1. Etapa de regulación de presión y recepción de gas natural comprimido.
2. Etapa de filtración que se tendrá en el intercambiador de calor para eliminar pequeñas partículas del suministro de gas.

3. Etapa de recirculación del agua a través de una válvula de 3 vías.
4. Etapa de descompresión, es decir, que el MAM en descarga bajará su presión hasta 20 bar, para abrir la válvula de MAM lleno para igualar la presión y ponerlo en descarga, posteriormente el MAM vacío se desconectará del poste y será remolcado a la planta de Compresión para nuevamente iniciar el ciclo.

1.2.3 Hojas de seguridad

Para tener conocimiento del tipo y las características del gas natural que se utilizará en la Estación de Descompresión se anexa la Hoja de Seguridad de Gas Natural de la empresa CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V. (Anexo I-5).

Para el caso de las especificaciones del gas natural que se empleará en la Estación, se tomarán los datos establecidos en la columna identificada como "Resto del País" (Tabla I.3), tal y como lo establece la norma oficial mexicana NOM-001-SECRE-2010.

Tabla I.3 Especificación del Gas Natural

Propiedad	Unidades	Zona Sur			Resto del país
		Hasta el 31 de diciembre de 2010	Del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2012	A partir del 1 de enero de 2013	
Metano (CH ₄)-Min.	% vol	NA	NA	83.00	84.00
Oxígeno (O ₂)-Max.	% vol	0.20	0.20	0.20	0.20
Bióxido de Carbono (CO ₂)-Max.	% vol	3.00	3.00	3.00	3.00
Nitrógeno (N ₂)-Max.	% vol	9.00	8.00	6.00	4.00
Nitrógeno variación máxima diaria	% vol	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5
Total, de inertes (CO ₂ y N ₂)- Max.	% vol	9.00	8	6.00	4.00
Etano- Max.	% vol	14.00	12	11.00	11.00
Temperatura de rocío de hidrocarburos-Max.	K (°C)	NA	271,15 (-2)	271.15 (-2)	271.15 (-2)
Humedad (H ₂ O)-Max.	mg/m ³	110.00	110.00	110.00	10.00
Poder calorífico superior-Min.	mg/m ³	35.30	36.30	36.80	37.30

1.2.4 Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares que se necesitarán para la Estación de Descompresión serán los siguientes:

- Energía eléctrica

Estación de Descompresión NOVASEM

- Suministro de agua

El sitio donde se desarrollará la Estación de Descompresión es otorgado y se encuentra dentro de las instalaciones de Novasem Innovaciones, S.A. de C.V., contando con las siguientes características y servicios:

- ✓ Plancha de concreto, donde será colocada la caseta de operaciones, el descompresor y los postes de descarga
- ✓ Área con grava que será adaptada para el área de andenes
- ✓ Toma de agua que será utilizada principalmente para la limpieza del descompresor, ya que el equipo utiliza una pequeña cantidad de agua que se está recirculando constantemente; y
- ✓ Toma eléctrica de 220 Volts para la instalación del tablero eléctrico de donde se conectarán los equipos

1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

La Estación de Descompresión de Gas Natural contará con los siguientes elementos de seguridad.

1.3.1 Señalización

La **"Estación de Descompresión NOVASEM"** contará con señalización de seguridad, con la finalidad de llamar la atención sobre situaciones de riesgo y hacer de ésta un lugar de trabajo más seguro. Las señales estarán en apego con la norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2015, para indicar la ubicación de extintores, rutas de evacuación, EPP requerido y restricciones de uso de equipo de comunicación, riesgos de sustancias, entre otras.

También se contará con instrucciones de operación impresas para cambios de módulos, operación de la PRM y protocolos en caso de sismo o incendio.

La ubicación de las señales de seguridad en el área de descompresión, en la caseta de operación y en el área de descarga 1 y 2, se puede observar en el Anexo I-6.

1.3.2 Paros de Emergencia y Extintores

La Estación contará con paros de emergencia ubicados en la PRU y los postes de descarga, estos se muestran en el Anexo I-7; al igual se encuentra la ubicación de los extintores en las inmediaciones de la Caseta de operación, la PRU y los Postes de descarga, clasificados de acuerdo con el riesgo presente.

1.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN

1.4.1 Condiciones de operación en equipos y accesorios

1.4.1.1 Postes de descarga

El poste de descarga es un elemento en el equipamiento de una estación de descompresión, ya que por medio de este se conectan los módulos de transporte de GNC a la estación de regulación y medición de Gas Natural.

La **"Estación de Descompresión NOVASEM"** contará con dos postes. A continuación, se presenta un desglose de los elementos que conforman al poste de descarga y su función en el equipo:

- Conector rápido de 1"
- Manguera de 4.5 m con extremos roscados de 1"
- Dispositivo de desprendimiento de manguera
- Válvula de bola manual de paso completo de 1"
- Manómetro de 4", con su válvula de servicio de ½"
- Válvula de bola manual de paso completo de ½"
- Válvula de seguridad calibrada a 280 psi

1.4.1.2 Unidad de Regulación de Presión

La Unidad de Regulación de Presión (PRU) es un sistema que permite reducir la presión del Gas Natural envasado a 250 bar en los módulos que llegan a la **"Estación de Descompresión NOVASEM"** hasta 4 bar, que es la presión requerida de suministro para la línea interna de alimentación de la empresa Novasem Innovaciones, S.A. de C.V.

Este sistema de fábrica es preensamblado y montado a una estructura de acero que permite maniobrar el equipo con dimensiones de 2.4 x 1.9 x 2.2 m; consta de 2 etapas de regulación, con capacidad hasta 600Nm³/h.

La PRU se compone de diversos elementos para operar de forma segura y acondicionar el Gas Natural para el suministro de la empresa. Entre sus características se encuentra:

- ❖ Un puerto de entrada de GNC (alta presión)
- ❖ Un par de filtros contra condensados y partículas sólidas
- ❖ Un intercambiador de calor para compensar el efecto Joule-Thomson
- ❖ Un puerto de alimentación al sistema de calefacción
- ❖ 2 etapas de regulación redundantes con 2 válvulas instaladas en arreglo monitor
- ❖ Tuberías y accesorios acorde a su capacidad de presión requerida
- ❖ Una válvula de seguridad calibrada a 20 Bar

Estación de Descompresión NOVASEM

- ❖ Un explosímetro
- ❖ Un tablero de control
- ❖ Un sistema de medición de flujo en el puerto de salida.

La línea de entrada al PRU está conectada a una tubería, donde el gas que fluye hacia el pasa a través de una válvula de entrada, normalmente cerrada, a prueba de fallas, cuenta con un sistema de filtrado para elementos coalescentes y partículas. Las impurezas se acumulan en el elemento de filtrado, permitiendo que el gas limpio continúe su recorrido hacia las etapas de descompresión.

En la regulación de la primera etapa se encuentra un arreglo en paralelo de 7 reguladores de alta presión tipo BG3600 que garantiza un flujo de hasta 700 m³/h.

Con el propósito de evitar formaciones de hielo e hidratos, la PRU está provista de un calentador integrado el cual tendrá como función ceder energía al GN mediante la circulación de Agua Caliente a 85°C que proviene del Módulo de Calentamiento de Agua (MCA) instalado externamente a 3 m de distancia aproximadamente.

La alimentación del calentador emplea el mismo gas de la Estación en su etapa de baja presión, lo que garantiza un mayor margen de seguridad de trabajo, autonomía e independencia de instalaciones eléctricas brindando seguridad y confianza en la operación.

El MCA consta de una caldera para agua que se alimenta de Gas Natural (GN), un regulador de gas, un quemador, control con pantalla y una bomba. El MCA calienta y bombea agua a través de un circuito continuo a la PRU. Este equipo quema una cantidad relativamente pequeña de GN suministrado por la PRU que se toma de un puerto ubicado en la segunda etapa de regulación previo al tren de medición.

1.4.1.3 Línea de Alta Presión

En la **“Estación de Descompresión NOVASEM”** se contará con un tendido de tuberías para el manejo de alta presión de gas natural comprimido proveniente del poste de descarga hacia la entrada de la PRU, esta tubería será calculada y construida de acuerdo con la capacidad requerida y en cumplimiento con la norma aplicable vigente NOM-010-ASEA-2016.

Se contratará el servicio de una Unidad Verificadora acreditada ante la e.m.a con registro vigente, para la certificación de la línea de alta presión, a la cual se le proveerá de la documentación necesaria por parte de CORPORACIÓN C H 4, S.A. de C.V., Novasem Innovaciones, S.A. de C.V. y de la contratista para formalizar el acta circunstanciada y posteriormente el dictamen final.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

1.5.1 Delimitación del Sistema Ambiental

El Sistema Ambiental (SA) se define como el conjunto de interacciones entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto. Su delimitación es importante, pues nos permite realizar un análisis general e integral de aspectos como la hidrología, cobertura vegetal, geología, geomorfología, así como las áreas de afectación antropogénica y el uso de suelo actual dentro del área de estudio.

Para la delimitación del SA, se tomó como base la presencia de barreras físicas existentes, tales como bardas, carreteras, o caminos, mismas que fragmentan el paisaje y a la vez delimitan la extensión de los posibles impactos ambientales.

Asimismo, cabe destacar que, para el desarrollo del inventario ambiental y análisis del SA, se utilizó la información cartográfica disponible para cada uno de los componentes que interactúan en el SA tales como la hidrología superficial y subterránea, tipo de vegetación y uso de suelo, geología, geomorfología, clima, así como los aspectos culturales y centros poblacionales presentes en las áreas colindantes.

Con base en lo anterior, se hace referencia a la siguiente cartografía:

- Hidrología: Carta de Cuencas Hidrológicas (CONABIO, 1998)
- Vegetación: Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII (INEGI, 2021)
- Geología: Conjunto de datos Geológicos de México (Servicio Geológico Mexicano, 2005)
- Geomorfología: Conjunto de datos Fisiográficos. serie I. (INEGI, 2001)
- Suelo: Carta Edafológica de México (CONABIO, 1995)
- Clima: Conjunto de datos Climáticos de México (E. García y CONABIO, 1998)
- Centros Poblacionales: Carta Topográfica clave F13D75 con nombre Jocotepec (INEGI, 2014)

Con base en lo anteriormente descrito, considerando las dimensiones del proyecto, se estableció el límite físico del SA, cuya superficie resultante fue de 725,518 m² misma que se define como el área de estudio y de referencia (Figura I.4).

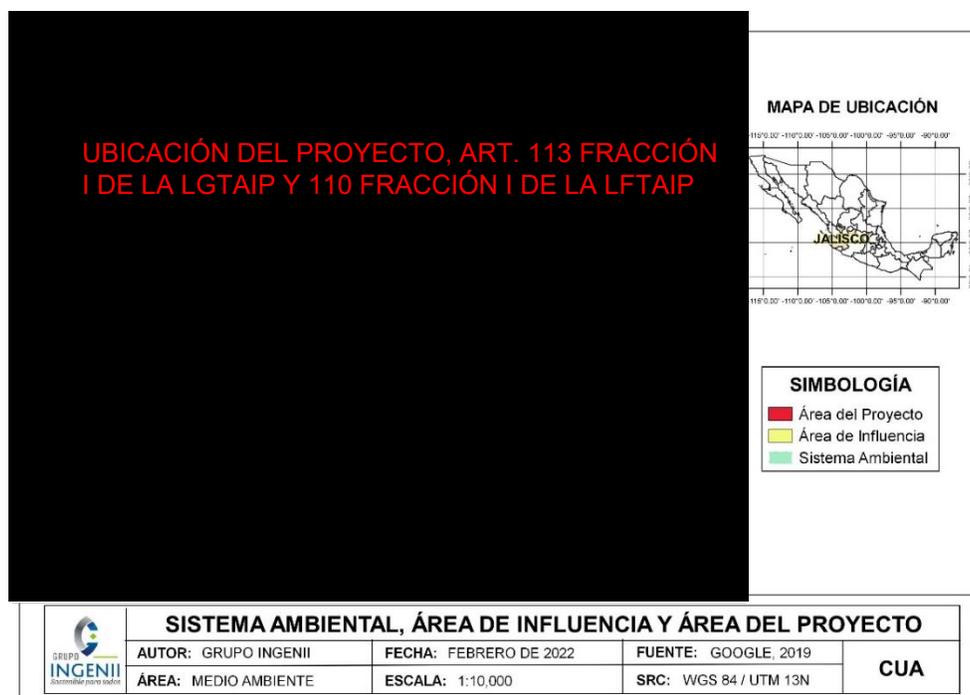


Figura I.4 Identificación de las áreas definidas para la Construcción y Operación de la “Estación de Descompresión NOVASEM” (NOV)

1.5.2 Área de Influencia

El Área de Influencia (AI) se define como el espacio geográfico sobre el que las actividades y componentes del proyecto ejercen algún tipo de impacto ambiental y social, ya sea directa o indirectamente (Gómez, 2013). En otras palabras, es la zona del proyecto donde inciden de una u otra manera, los factores bióticos, abióticos y socioculturales.

Un criterio importante para considerar la delimitación del AI fue la influencia potencial del proyecto sobre la superficie del terreno y las áreas colindantes. Lo anterior, con la premisa de que la ejecución de las actividades a desarrollar no generará impactos fuera de la superficie definida para la Construcción y Operación de la Estación de Descompresión. Así, se definió un polígono de 46,706 m²(Figura I.4) correspondiente a las instalaciones de Novasem Innovaciones S.A. de C.V.

Además, considerando que los principales efectos derivados del proyecto tienen un carácter puntual para la etapa de Operación de la Estación de Descompresión; el área de estudio (referida en adelante como Área del Proyecto o AP) se determinó con una superficie total máxima de 195.75 m² ubicados dentro del AI (Figura I.4).

Derivado de lo anterior, en la Tabla I.4 se muestran las áreas que fueron definidas y sus superficies, tal y como se identifican en la Figura I.4.

Tabla I.4 Áreas y superficies delimitadas para la construcción de la “Estación de Descompresión NOVASEM”

No.	Áreas delimitadas	Superficie (m ²)
1	Sistema Ambiental (SA)	725,518
2	Área de Influencia (AI)	46,706
3	Área del Proyecto (AP)	195.75

1.5.3 Caracterización y análisis de Sistema Ambiental

Este apartado y sus secciones tienen como objetivo recopilar información que ayude a identificar a detalle las principales características de los elementos físicos (abióticos) y biológicos (bióticos) dentro del SA para de esta manera, obtener una caracterización de los recursos naturales que interactúan dentro del AI y AP.

Dicha caracterización se realizó conforme con la revisión de la bibliografía existente, recopilando la información de las características del medio abiótico y biótico que se encuentran dentro del SA, AI y AP delimitados para el proyecto.

1.5.4 Medio Abiótico

1.5.4.1 Clima

Con base en la clasificación propuesta por Köppen, modificada por García, E. (2004), dentro del Sistema Ambiental definido para el proyecto, así como en las zonas colindantes se registra un clima con la siguiente clasificación:

(A)C(wo): Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual (E. García, 2004).

La Figura I.5 muestra el clima representativo del municipio de Acatlán de Juárez en el estado de Jalisco, localidad donde se desarrollará el proyecto.

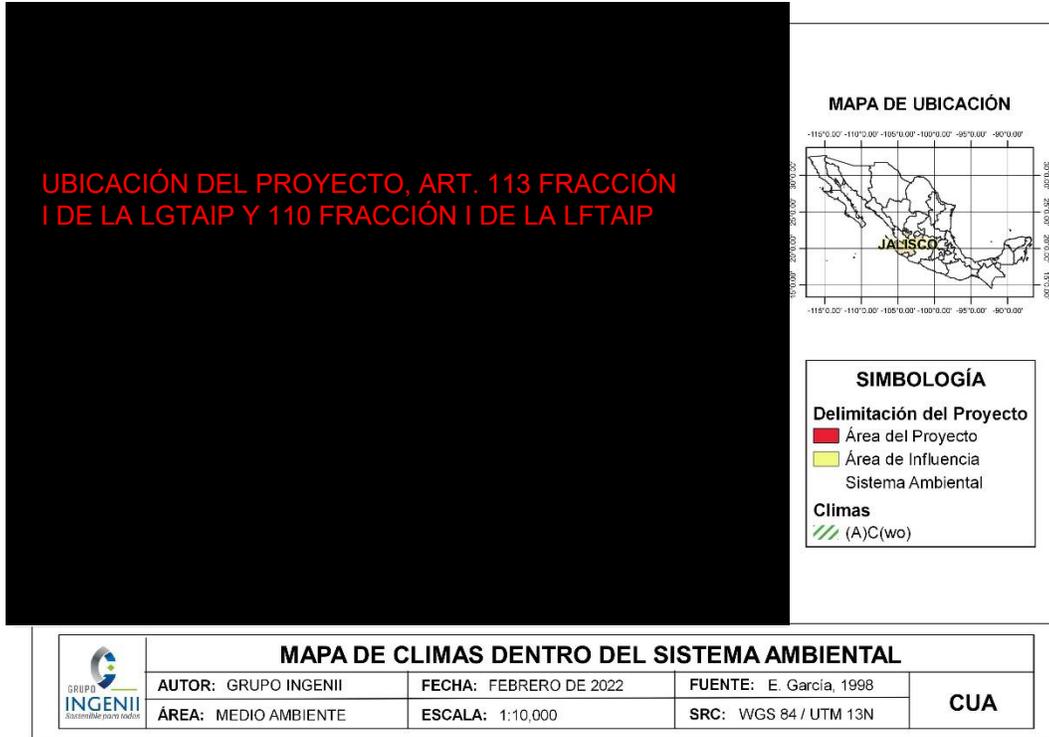


Figura I.5 Clima dentro del Sistema Ambiental (SA) y Área de desarrollo del proyecto (AP)

1.5.4.2 Temperatura promedio mensual y anual

Para el análisis de la temperatura dentro del SA, se hizo uso de los datos estadísticos proporcionados por las Estaciones Climatológicas monitoreadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Tabla I.5), ello considerando la estación activa más cercana al Sistema Ambiental.

Tabla I.5 Estación climatológica más cercana al área del Sistema Ambiental definido para el proyecto

Clave de la estación	Nombre	Estado	Municipio	Coordenadas decimales	Periodo del análisis
16186	Acatlán de Juárez	Jalisco	Acatlán de Juárez	20.4205°, -103.5911°	1951 - 2010

En promedio, los registros de esta estación para el periodo 1951-2010 se presentan en la Tabla I.6 (SMN,2010), registrando los siguientes promedios anuales de temperatura:

- Temperatura media normal anual de 20.5 °C,
- Temperatura máxima promedio anual de 29.6 °C
- Temperatura mínima promedio anual de 11.3 °C

Tabla I.6 Valores promedio de las "Normales Climatológicas" de la estación climatológica más cercana al área del Sistema Ambiental (SMN, 2010)

Temperatura (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Máxima	26.7	28.5	30.9	33	34	31.6	28.9	28.6	28.4	28.6	28.4	27.3	29.6
Normal	16.4	17.6	19.4	21.4	23.4	23.7	22.5	22.2	22.1	21.1	18.9	17.1	20.5
Mínima	6.1	6.6	7.9	9.8	12.7	15.8	16	15.7	15.7	13.6	9.4	6.8	11.3

1.5.4.3 Precipitación

En el SA la temporada de lluvias comienza en el mes de junio y se prolonga hasta finales de octubre. La precipitación promedio anual es de 805.1 mm (Tabla I.7). El mes más húmedo del año es julio con una precipitación media de 197 mm, por el contrario, el mes más seco corresponde a marzo, con una precipitación media de 4.7 mm (SMN, 2010), lo cual confiere que haya lluvias de manera intermitente a lo largo del año.

Tabla I.7 Valores promedio de Precipitación Pluvial Anual dentro del Sistema Ambiental

Precipitación normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
18.4	9.5	4.7	5.7	22	170.5	197	163.1	141.3	51.1	11.3	10.5	805.1

1.5.4.4 Fenómenos climatológicos

Huracanes y tormentas tropicales

De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el estado de Jalisco debido a su localización geográfica es uno de los estados más vulnerable a huracanes y tormentas tropicales, específicamente en las zonas costeras colindantes al Océano Pacífico.

Dichos fenómenos meteorológicos son más latentes en los meses de mayo a noviembre; sin embargo, las probabilidades de riesgo disminuyen en los sitios tierra adentro de los ejes donde se ubican las principales cadenas montañosas que rodean al estado, mismas que están conformadas por la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Sur, y el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano o Eje Neovolcánico. Estas mismas fungen como una barrera protectora, permitiendo disminuir los efectos adversos de los fenómenos meteorológicos.

Sequías

La sequía es un fenómeno climático indicador del déficit de precipitación pluvial; monitoreado por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) en conjunto con el SMN y evaluado según la Clasificación de Intensidad de la Sequía de acuerdo con el Monitor de Sequía de América del Norte (por sus siglas en inglés, NADM), el cual define grados de sequía (Figura I.6).



Figura I.6 Clasificación de la intensidad de sequía

De acuerdo con los reportes de intensidad de sequía que evalúa el SMN, el apoyo de la Clasificación de la Intensidad de Sequía según el NADM y los valores de mínima y máxima precipitación pluvial dentro del área del SA, se observa que el mes de marzo (Figura I.7) es considerado el mes más seco del año, por el contrario, el mes de julio se considera como el mes más húmedo para la región.

Los valores promedio de precipitación pluvial reflejados para el mes de marzo en el municipio de Acatlán de Juárez, permite definir los niveles de intensidad de sequía, que van de sequía moderada (D1) a sequía severa (D2), lo cual corrobora la disminución en el porcentaje de precipitaciones pluviales registrados para esta región y puede significar un riesgo al incidir directamente en la ocurrencia de incendios forestales.

Por el contrario, el mes de julio es considerado el más húmedo para la región, con niveles de intensidad de sequía van de "anormalmente seco", hasta sequía severa (D2), específicamente en la porción occidental colindante al municipio (Figura I.8). Esto último refleja la susceptibilidad de la región ante este tipo de fenómenos climatológicos.

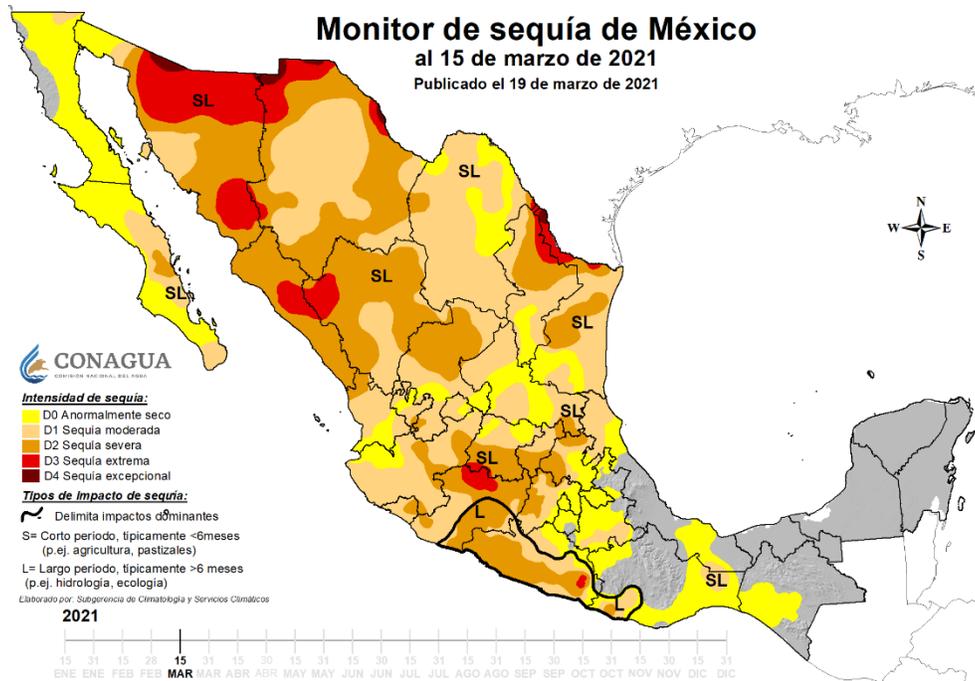


Figura I.7 Monitoreo de sequía de México para el periodo comprendido entre el 01 y 15 de marzo de 2021

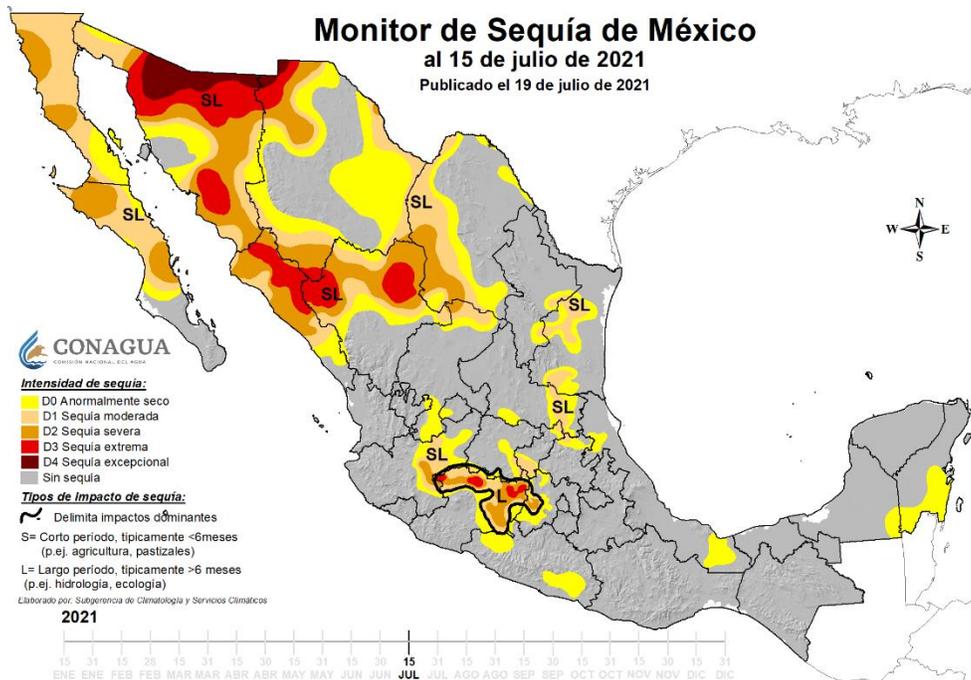


Figura I.8 Monitoreo de sequía de México para el periodo comprendido entre el 01 y 15 de julio de 2021

1.5.4.5 Geología

Según la Carta Geológica F13-12 denominada "Guadalajara" publicada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM), la geología regional comprende parcialmente las subprovincias Chapala, Sierras y Bajíos Michoacanos, Sierras de Jalisco, Guadalajara y Altos de Jalisco de las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico, así como, en la subprovincia Sierra y Valles Zacatecanos de la provincia fisiográfica de la Mesa Central.

La litología regional, está compuesta por secuencias sedimentarias, ígneas y volcano-sedimentarias constituidas principalmente por areniscas y conglomerados con intercalaciones eventuales de ignimbritas andesíticas y riolíticas, sobre las que descansa una unidad de roca caliza, cubierta por sucesiones piroclásticas de edad Cretácica. Cabe destacar que, todas las unidades anteriores, están parcialmente intrusionadas por el Batolito de Puerto Vallarta y por intrusiones del Eoceno.

A nivel regional, el área está constituida por una cadena de volcanes inactivos originados durante el Plioceno-Pleistoceno, la cual va desde la región de Tequila hasta El Salto, Jalisco. Asimismo, se tiene una serie de Campos y Complejos Volcánicos formados por domos de carácter dacítico y riolítico, así como conos y flujos de lava andesíticos, donde destaca la caldera La Primavera.

Estructuralmente hablando, el área está regida por actividad tectónica correspondiente a la subducción de la placa del pacífico debajo de la placa norteamericana. La región está controlada por un sistema de fallas que conforman los grabens de Tepic - Zoocalco, Plan de Barrancas - Santa Rosa, el semigraben de Ameca y el Graben de Chapala. Este último se ubica al sureste del área de estudio y es caracterizado por ser una de las depresiones más notables del occidente mexicano, su porción occidental está formado por las fallas Bola Viejo II, Chapala y Citala, mientras que la porción oriental está delimitada al sur por la falla Pajacuarán y al norte por la falla Ixtlán.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Acatlán de Juárez (2015), a nivel local la geología del municipio está principalmente constituida por depósitos de suelos del tipo aluvial (36.6%). Asimismo, en la región afloran rocas ígneas de carácter extrusivo básico o basaltos (33.45) mientras que en algunas zonas se puede observar la presencia de toba ácida (0.3%). Como consecuencia al debilitamiento de las zonas corticales, a lo largo del municipio de Acatlán de Juárez se localizan una serie de fallas y fracturas paralelas, cuyas direcciones son N-S, NW-SE, NE-SW y E-W; además de que estructuralmente se tienen rasgos circulares (CONAGUA, 2020).

La geología en el SA (Figura I.9) está integrada por rocas de edad Cuaternaria, siendo andesita basáltica la litología que cubre la superficie del SA, asimismo en la zona de pueden reconocer depósitos de tobas andesíticas y riolíticas, mismas que representan zonas utilizadas para actividades de cultivo.

De acuerdo con la información del SGM, en el SA definido para el Proyecto se pueden identificar un rasgo estructural o falla que atraviesa al mismo (Figura I.9); sin embargo, este no infiere directa o indirectamente con el AP razón por la cual, no se considera como un riesgo potencial.



Figura I.9 Geología dentro del Sistema Ambiental (SA) y Área de desarrollo del proyecto (AP)

1.5.4.6 Características del relieve

La gran variedad de aspectos litológicos, geológicos y morfológicos, así como de los paisajes naturales en el estado de Jalisco, se debe en gran medida a su ubicación geográfica, pues es la zona donde convergen las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico (Hubp & Córdoba, 1992), siendo esta última la provincia donde incide el SA, específicamente dentro de la subprovincia Chapala. De acuerdo con el sistema de clasificación de topoformas, el SA se encuentra dentro de una sierra volcánica de laderas tendidas (Figura I.10).

La provincia del Eje Neovolcánico es la provincia más alta del país, así como una de las de mayor variación de relieve y tipos de rocas. Su litología está conformada mayormente por rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas de edad Cenozoica, asimismo, en esta provincia se encuentran los principales y más grandes volcanes del territorio.

Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida actualmente en un lago. En esta provincia nacen dos de los ríos más importantes de México: el Río Lerma y el Balsas, conocido también como Mezcala. Debido a su fisiografía, así como al

conjunto de características geográficas, su flora se compone principalmente por bosques templados, además de contar con bosques de coníferas y vegetación propia de glaciares de alta montaña (INEGI, 2012).

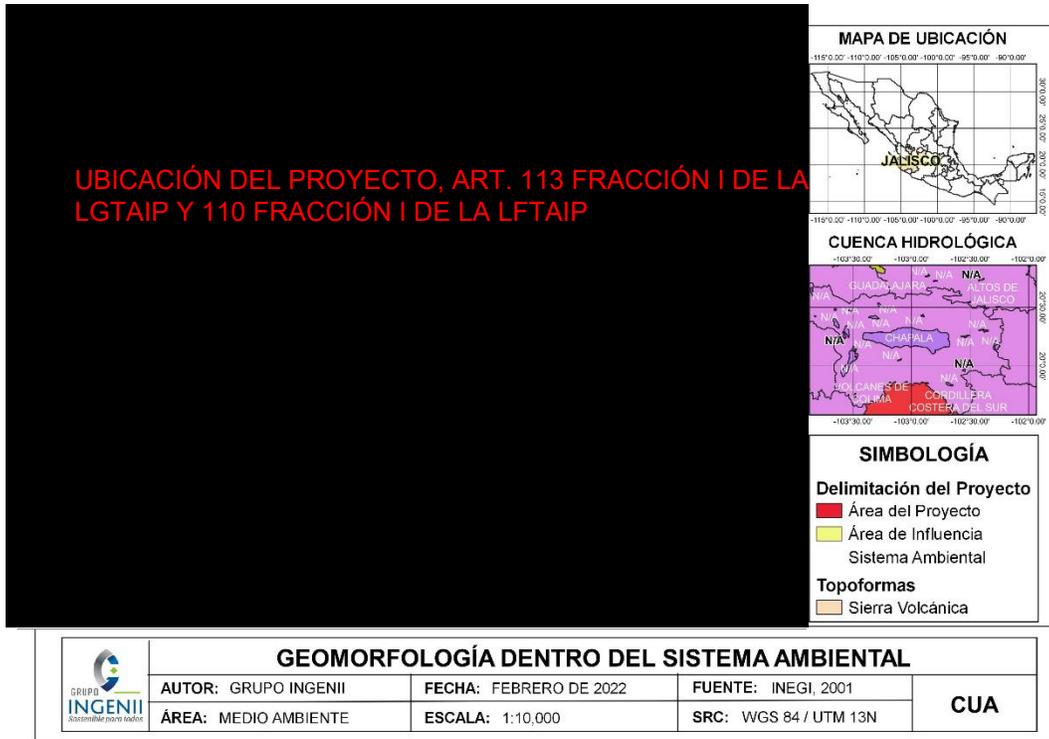


Figura I.10 Geomorfología dentro del Sistema Ambiental y Área del proyecto

Por su parte, la subprovincia denominada Chapala, se caracteriza por la presencia predominante de rocas volcánicas de naturaleza basáltica-riolítica y las secuencias piroclásticas asociadas, por sedimentos lacustres y aluvión; a escala regional presenta diversas topoformas, desde relieves escarpados y cañadas a laderas tendidas, mesetas, llanos, valles y depresiones.

Esta subprovincia presenta una magnitud significativa en fallamiento asociado con manifestaciones volcánicas y grabens. Dentro de esta subprovincia se encuentra a 1,500 msnm el mayor lago del país, cuyas aguas ocupan un enorme graben ubicado entre sistemas de grandes fallas este-oeste y otras más pequeñas dirigidas burdamente de norte a sur. Por otro lado, el vulcanismo se desarrolló a lo largo de algunas líneas de fallas y levantó las sierras que bordean el lago. El resultado es un paisaje de origen unitario, pero de morfologías combinadas que aportan una notable singularidad a la provincia (CONAGUA, 2015).

En cuanto a topografía se refiere, el SA se encuentra a una altura que oscila entre los 1580 y 1530 m.s.n.m. mientras que el AP se ubica a una altura aproximada de 1548 metros sobre el nivel del mar (Figura I.11). Por lo que se evidencian ligeras pendientes dentro del terreno, mismas que son características del sistema de topoformas donde se ubica el proyecto.

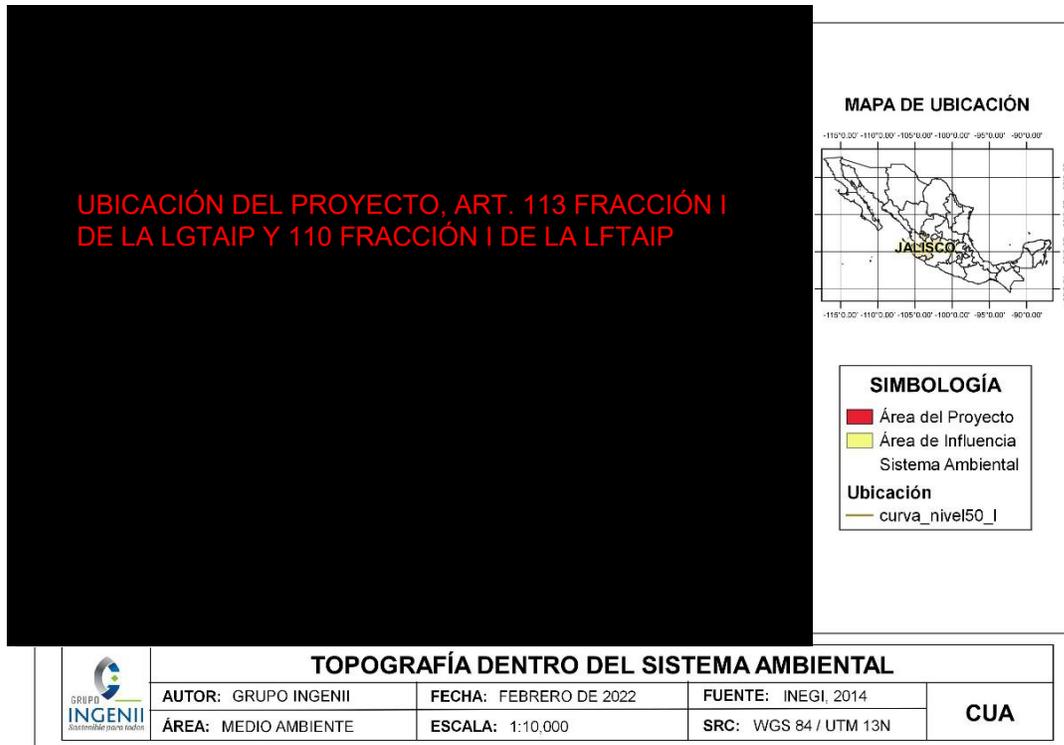


Figura I.11 Topografía dentro del Sistema Ambiental y Área del proyecto

1.5.4.7 Susceptibilidad de riesgos

México es un país altamente vulnerable a la ocurrencia de fenómenos sísmicos, de acuerdo con el SGM, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana, ello debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen debajo de las placas continentales de Norteamérica y del Caribe.

Por lo anterior, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) tomando como base los registros sísmicos obtenidos a través del monitoreo histórico de los diversos movimientos telúricos que se han suscitado en nuestro territorio, ha definido cuatro zonas sísmicas (Figura I.12 y Tabla I.8). Dicha zonificación permite categorizar a las entidades que conforman el país tomando en cuenta la frecuencia de generación de eventos sísmicos.

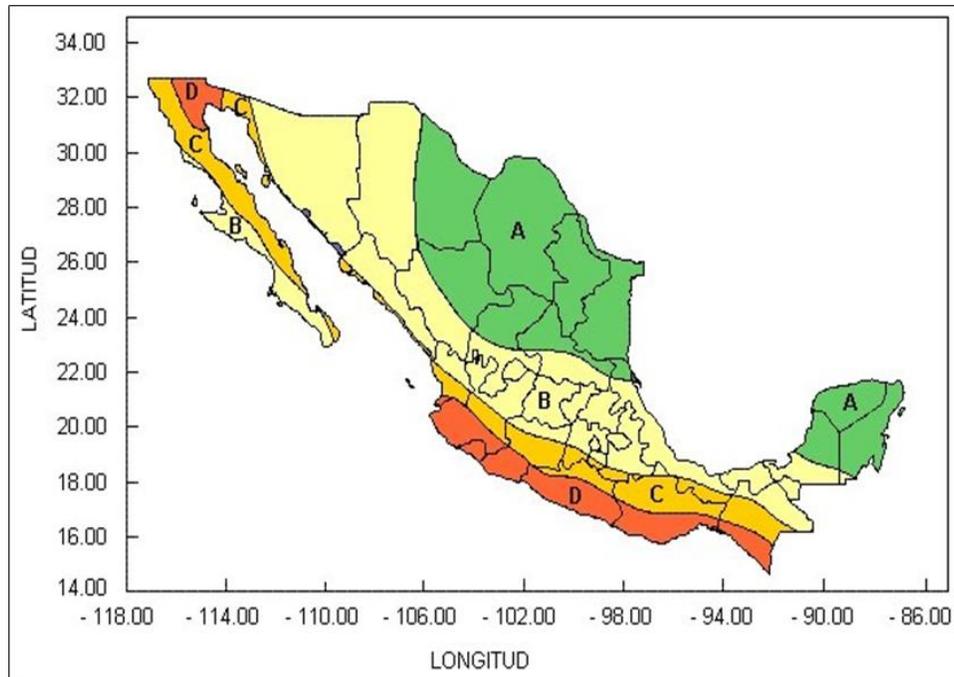


Figura I.12 Regionalización sísmica de la República Mexicana (CFE, 2008)

Tabla I.8 Zonas sísmicas de México

Zona	Características
A	Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores
B y C	Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectaciones por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo
D	Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, cuya ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad

De acuerdo con la regionalización sísmica de la República Mexicana el estado de Jalisco se clasifica dentro de las zonas B, C y D. Específicamente, el área donde se delimitó el SA se ubica dentro de la zona sísmica D, es decir, corresponde a una zona donde se han reportado grandes sismos y cuya ocurrencia es muy frecuente, por lo que los sismos pueden ser considerados como un importante factor de riesgo dentro del SA.

De acuerdo con el Análisis de Riesgos municipales del estado de Jalisco (2012), debido a su geología y alta actividad tectónica, el municipio es susceptible a riesgos geológicos, principalmente agrietamiento por actividad tectónica. Asimismo, se señala como zonas con alto riesgo los asentamientos humanos construidos sobre las corrientes hidrológicas y en algunos sitios con topografía accidentada. Finalmente, también se considera como una zona vulnerable ante riesgos químicos y sanitarios.

1.5.4.8 Suelo

De acuerdo con la carta edafológica de CONABIO, el suelo dominante en SA corresponde a Vertisol Pélico (Vr) (Figura I.13). A continuación, para efectos de mejor análisis, se describe la unidad de suelo presente en el SA:

Vertisol (Vr):

Son suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación - sequía, suelen formar grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Se encuentran frecuentemente en las zonas agrícolas de regadío del país, como los bajíos de Michoacán, Guanajuato y Campeche, la región de Chapala, la depresión de Tepalcatepec y las fértiles llanuras costeras de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz, así como en llanuras intermontanas de San Luis Potosí y Tamaulipas (INEGI, 2014).

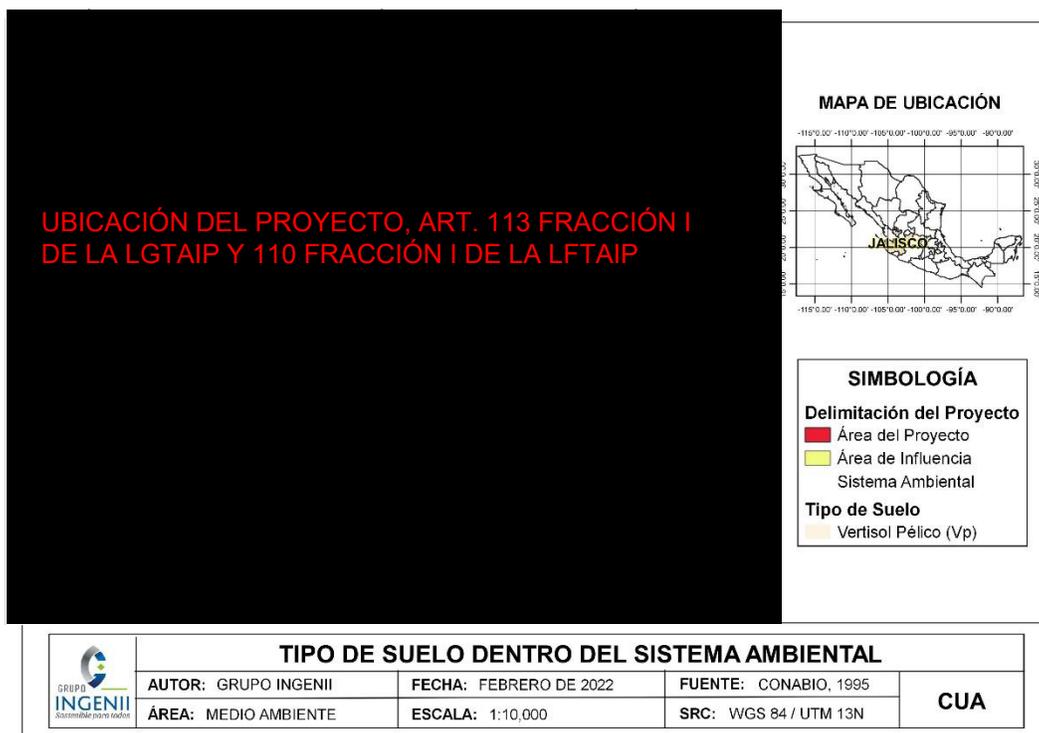


Figura I.13 Tipo de suelo dentro del Sistema Ambiental y Área de desarrollo del proyecto

En la Tabla I.9 se muestra un resumen de las principales características presentes en los Vertisoles.

Tabla I.9 Descripción de las características presentes de los Vertisoles

Características	Vertisoles
Connotación	Suelos de arcillas pesadas revueltas; del latín verteré, dar vuelta.
Material parental	Sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas.
Ambiente	Depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas estaciones secas y húmedas. La vegetación clímax es de sabana, praderas naturales y/o bosques.
Desarrollo de perfil	Desarrollo del perfil: La expansión y retracción alternada de arcillas expandibles dan lugar a grietas profundas en la temporada seca y la formación de slickensides y elementos estructurales en forma de cuña en el suelo subsuperficial. El comportamiento expansión-retracción puede ocasionar que se forme un micro relieve gilgai, especialmente en climas secos.

Fuente: FAO, 2014.

1.5.4.9 Hidrología

Hidrología superficial

Las cuencas son unidades naturales de terreno, definidas por la existencia de una división de las aguas debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2019) dirigido por la CONAGUA establece que las aguas nacionales se conforman en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), mismas que se agrupan en 37 regiones que a su vez se dividen en 757 cuencas hidrológicas (Figura I.14).

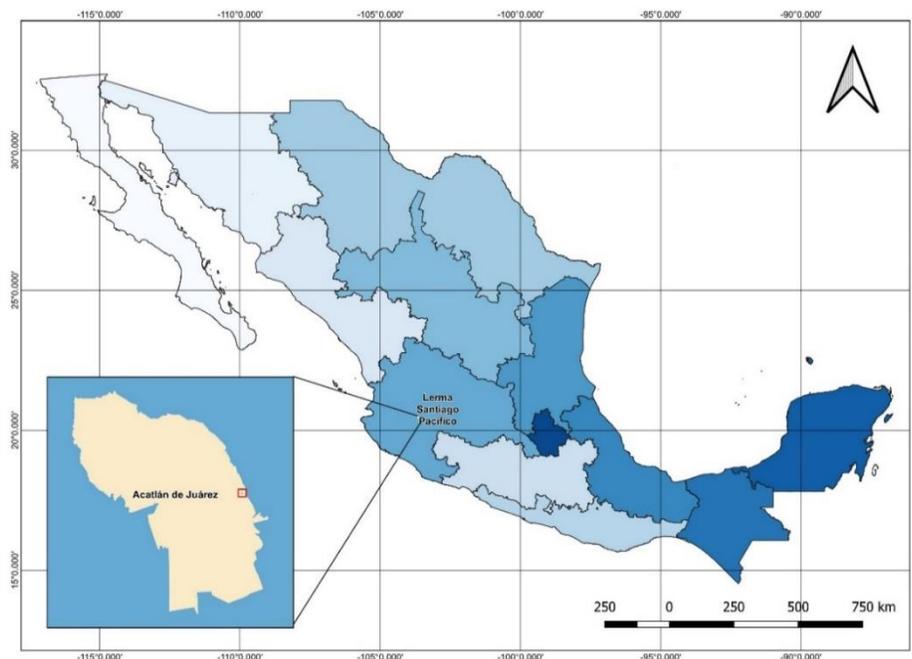


Figura I.14 Mapa de Regiones Hidrológico-Administrativas de la República Mexicana

De acuerdo con el SINA, el SA delimitado para el proyecto incide dentro de la RHA Lerma - Santiago - Pacífico, la cual cubre la mayor parte del estado de Jalisco, con excepción de su porción suroccidental. A su vez, el área delimitada para el SA se encuentra dentro de la cuenca hidrológica Lago Chapala (Figura I.15), esta última, es la unidad a partir de la cual se detallará, con el fin de brindar un mejor análisis, mismo que se resume en la Tabla I.10.

Tabla I.10 Resumen de la Hidrología superficial del Sistema Ambiental

Hidrología superficial en el SA	
Región Hidrológica	Lerma - Santiago - Pacífico
Cuenca	Lago Chapala
Subcuenca	San Marcos
Corrientes de agua	Corrientes de agua intermitentes
Cuerpos de agua cercanos	Sin cuerpos de agua representativos

El drenaje de la cuenca Lago Chapala es radial, con arroyos perennes e intermitentes que en épocas de lluvias descargan sus aguas a las partes bajas del valle, almacenándose finalmente de manera natural en las lagunas de Atotonilco, San Marcos, Zacoalco y Sayula. La parte más baja de los valles la ocupan las lagunas de referencia que tienen una extensión variable en cada ciclo anual, dependiendo del temporal de lluvias, en algunos años se llegan a quedar sin agua. Casi todos los años conservan alguna cantidad de agua hasta el mes de junio (CONAGUA, 2020).



Figura I.15 Cuencas Hidrológicas dentro del Sistema Ambiental y área de desarrollo del proyecto

A nivel municipal, las principales corrientes son proporcionados por el río Acatlán y sus manantiales. El embalse más importante, es la Presa Hurtado (Presa de Valencia). A pesar de lo mencionado, el área del proyecto no incide sobre ningún cuerpo de agua, sin embargo, en las proximidades del SA es posible apreciar corrientes de carácter intermitente o escorrentías producto de las características geomorfológicas regionales (Figura I.16).

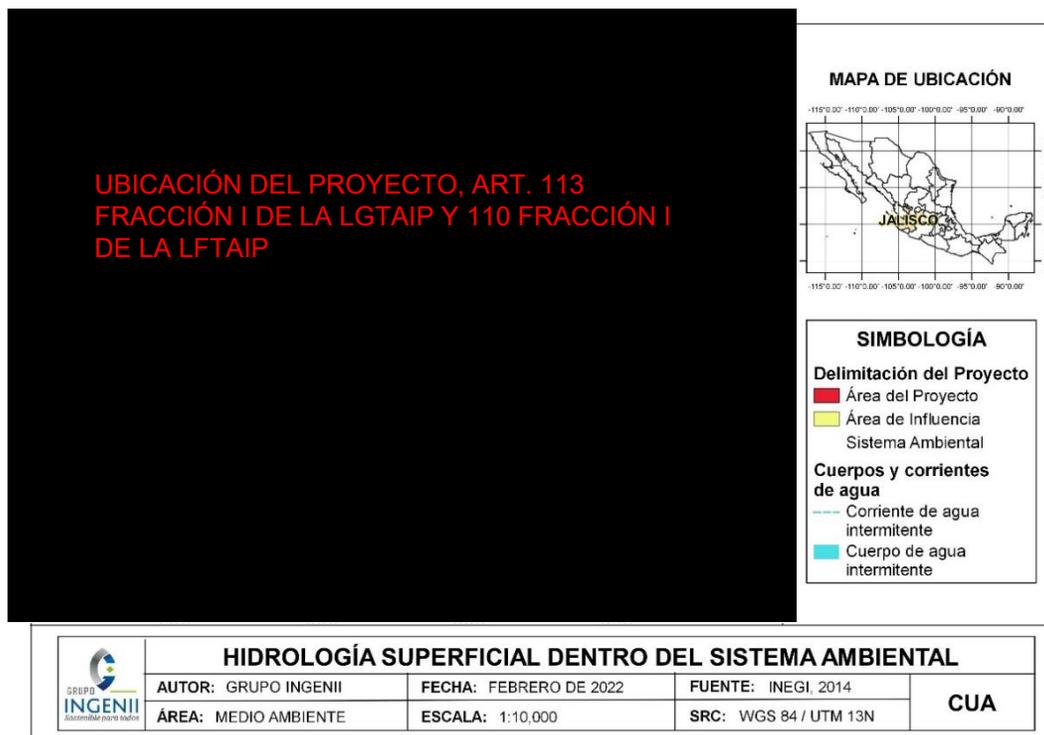


Figura I.16 Hidrología superficial dentro del Sistema Ambiental y área de desarrollo del proyecto

Hidrología subterránea

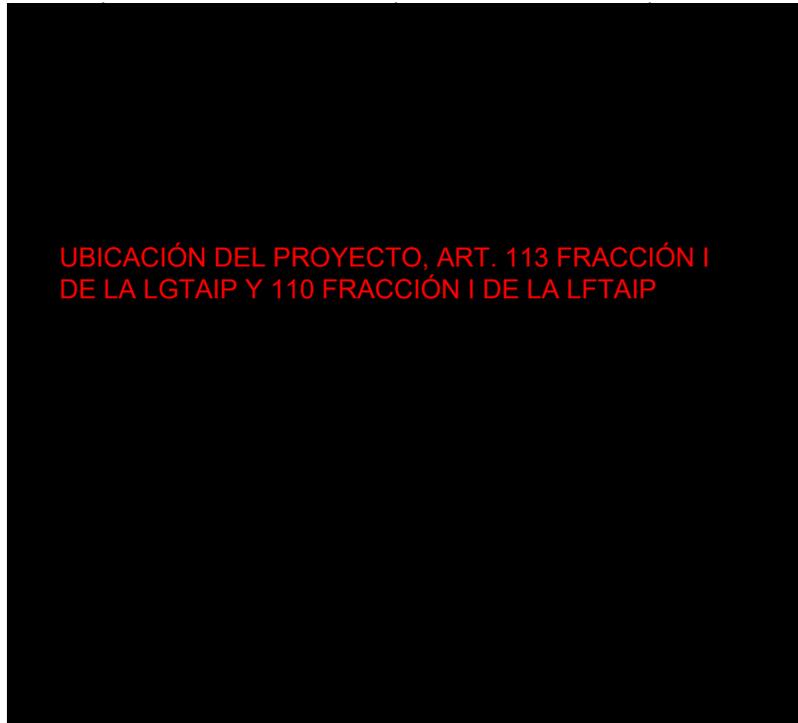
El Sistema Ambiental y Área del proyecto se encuentra dentro de los límites definidos por el acuífero Lagunas, cuya clave es 1449, de acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA. Dicho acuífero se ubica en la porción sureste del Estado de Jalisco entre los paralelos 20° 27' y 19° 4 6' y los meridianos 103° 42' y 103° 12', abarcando una extensión superficial de 2,136.77 km².

El acuífero está constituido por sedimentos lacustres del Cuaternario cuyos espesores llegan hasta mil metros, la dirección preferente del flujo subterráneo es hacia las lagunas o partes bajas y circula a través de los depósitos aluviales junto con arcillas y limos, todo esto en las partes bajas del acuífero (1350 msnm), mientras que en las partes altas el flujo subterráneo transita en boleos y estratos de basalto alterados. (CONAGUA, 2020).

De acuerdo con la configuración piezométrica del acuífero, los niveles del agua subterránea se encuentran a profundidades que van de 3.0 a 18.0 m, dependiendo de la época en que se hagan estas observaciones, así tenemos que en la época de estiaje los niveles estáticos corresponden

con las mayores profundidades, del centro hacia la periferia y en temporada de lluvias, empiezan a recuperarse, incrementándose principalmente de la periferia hacia el centro del valle. Referente al flujo subterráneo, éste tiene una dirección que va de las partes altas a las bajas en dirección a las Lagunas que se encuentran en la zona.

Las elevaciones del nivel del agua subterránea van de los 1370 msnm en la parte oriente, hacia las partes altas topográficamente, hasta los 1340 msnm en las partes topográficamente más bajas (Figura I.17).



Lagunas (1449), Estado de Jalisco (CONAGUA, 2020)

Figura I.17 Profundidad al nivel estático (m) correspondiente al acuífero Lagunas

1.5.5 Medio Biótico

1.5.5.1 Vegetación

De acuerdo con la revisión bibliográfica documental y digital, en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco se albergan 298 especies de plantas, y se cuenta con 454 registros proporcionados por el Sistema Nacional de Biodiversidad de México (SNIB). Los cuales se clasifican en relación con sus distintos tipos de usos, destacando las siguientes: Ambiental (12), Consumo Humano (20), Recursos maderables (25) y Ornamentales (53).

A continuación, en la Tabla I.11 se enlistan las especies más representativas del área correspondiente a Acatlán de Juárez, Jalisco.

Tabla I.11 Vegetación representativa del Acatlán de Juárez, Jalisco

Nombre Científico	Nombre Común	Estrato
<i>Zea mays</i>	Maíz	Herbácea
<i>Eichhornia crassipes</i>	Lirio acuático sudamericano	----
<i>Stenocereus queretaroensis</i>	Cardón pitayo	----
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	Arbóreo
<i>Argemone ochroleuca</i>	Cardo santo	Herbácea
<i>Sprekelia formosissima</i>	Lirio azteca	Herbácea
<i>Castilleja tenuiflora</i>	Garañona	Herbácea
<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro asiática	Arbustiva
<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Herbácea
<i>Tecoma stans</i>	Timboco	Arbustiva
<i>Cascabela ovata</i>	Torito	Arbustiva
<i>Acacia farnesiana</i>	Acacia	Herbácea
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Herbácea
<i>Cyperus articulatus</i>	Carricillo	Herbácea
<i>Podranea ricasoliana</i>	Campana rey sudafricana	Herbácea
<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	Herbácea
<i>Paspalidium geminatum</i>	Egiptiano	Herbácea
<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	Herbácea
<i>Heteropogon contortus</i>	Barba negra	Herbácea
<i>Solanum umbellatum</i>	Barba de chivo	Arbustiva
<i>Chloris virgata</i>	Barbas de indio	Herbácea
<i>Dioscorea remotiflora</i>	Bejuco de biznaga	Herbácea
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa berdiana	Herbácea
<i>Phaseolus coccineus</i>	Ayocote	Herbácea
<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	Herbácea
<i>Bidens squarrosa</i>	Anisillo	Herbácea
<i>Milleria quinqueflora</i>	Escobilla	Herbácea
<i>Neurolaena lobata</i>	Lengua de vaca	Herbácea

Fuente: CONABIO, 2022.

Cabe mencionar que, considerando la revisión bibliográfica dentro del municipio de Acatlán de Juárez, se reporta una (1) especie vegetal enlistada conforme con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla I.12), cuyo objetivo es identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en estatus de riesgo o protección dentro de la República Mexicana. Además, se realizó la consulta de la plataforma digital ENCICLOVIDA (CONABIO, 2022) con el objetivo de verificar la distribución e información de las especies.

Tabla I.12 Vegetación ubicada en el municipio de Acatlán de Juárez y enlistada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
<i>Dieffenbachia seguine</i>	Hoja de coche	Amenazada (A)

Fuente: CONABIO, 2022.

Debido a la ubicación del área de estudio y considerando que es una zona agrícola e industrial, no se reporta presencia de vegetación nativa, sino grandes extensiones de terreno dedicadas al cultivo agrícola e instalaciones de actividad industrial. Por lo anterior, dentro del Sistema Ambiental no se reconocen especies de vegetación consideradas como de valor económico o maderables, ni especies enlistadas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Adicionalmente, es importante indicar que el predio destinado para la instalación de la Estación de Descompresión carece de vegetación nativa (únicamente se preservan áreas verdes) tal como se evidencia en el Anexo IV-1.

1.5.5.2 Uso de suelo

Tomando como referencia la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII (INEGI, 2021) el Sistema Ambiental se encuentra dentro de una zona con uso de suelo definido como Agrícola de Temporal Anual. Por su parte las áreas próximas al SA corresponden únicamente a zonas con usos de suelo considerados como Vegetación secundaria arbustiva (Figura I.18)

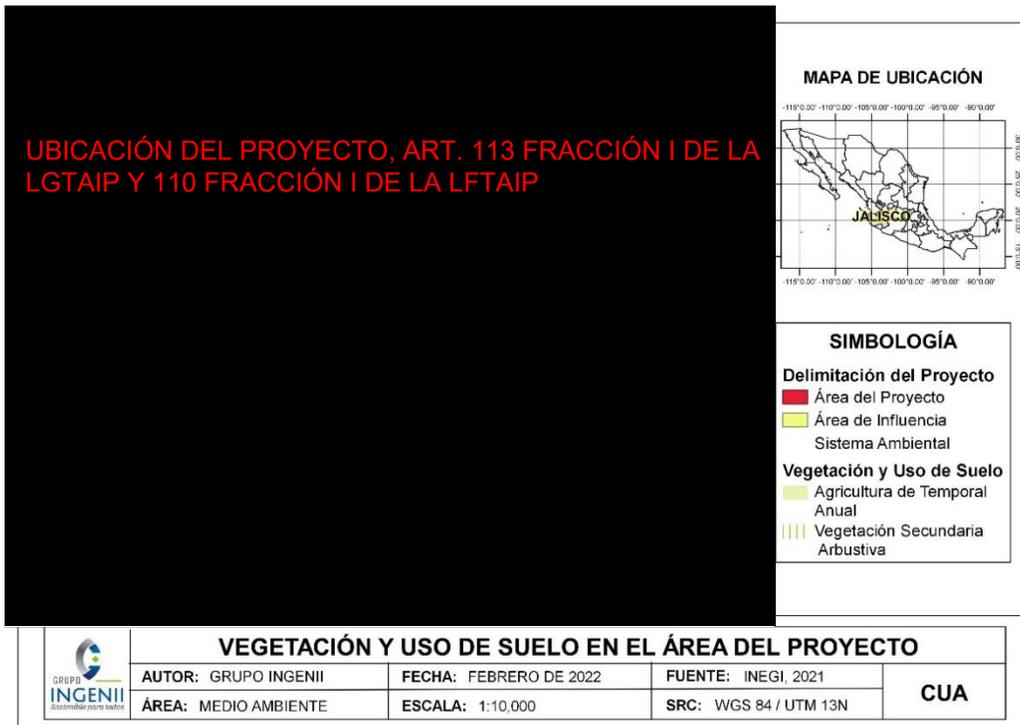


Figura I.18 Vegetación y Uso de suelo dentro del área de estudio

Mencionado lo anterior se tiene que, para el desarrollo del proyecto no se requiere del cambio de uso de suelo para terrenos forestales en términos de lo señalado en el artículo 28 fracción VII de la LGEEPA y 5, inciso O) del Reglamento de la LGEEPA.

Adicionalmente, es importante indicar que el predio destinado para la instalación de la Estación de Descompresión carece de vegetación tal como se ha evidenciado previamente.

1.5.5.3 Muestreo

Fauna

De acuerdo con la revisión bibliográfica y digital realizada, el municipio de Acatlán de Juárez cuenta con 280 de especies animales, integradas principalmente por mamíferos, anfibios, reptiles y aves. A continuación, se enlistan las especies más representativas y/o amenazadas para la región (Tabla I.13), así como su categoría de riesgo de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla I.13 Especies de fauna reportadas en el municipio de Acatlán de Juárez

Mamíferos			
No.	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
1	<i>Peromyscus spicilegus</i>	Ratón de la Sierra Madre Occidental	----
2	<i>Sturnira parvidens</i>	Murciélago de charreteras menor	----
3	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón cosechero leonado	----
4	<i>Heteromys pictus</i>	Ratón espinoso pintado	----
5	<i>Baiomys taylori</i>	Ratón-pigmeo norteño	----
6	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón norteamericano	----
7	<i>Heteromys irroratus</i>	Ratón espinoso mexicano	----
8	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	----
9	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Murciélago magueyero menor	Sujeta a protección especial
Anfibios			
No.	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
10	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	----
11	<i>Hypopa variolosus</i>	Rana termitera	----
12	<i>Lithobates megapoda</i>	Rana leopardo patas grandes	----
13	<i>Smilisca fodiens</i>	Rana de árbol de tierras bajas	----
14	<i>Anaxyrus compactilis</i>	Sapo de la meseta	----
15	<i>Dryophytes arenicolor</i>	Ranita de cañón	----
16	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	----

17	<i>Dryophytes eximius</i>	Rana arborícola de montaña	----
18	<i>Lithobates megapoda</i>	Rana leopardo patas grandes	Sujeta a protección especial
19	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Sujeta a protección especial
20	<i>Ambystoma flavipiperatum</i>	Ajolote de Chapala	Sujeta a protección especial

Reptiles

No.	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
21	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua nómada mexicana	Amenazada
22	<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de agua de panza negra	Amenazada
23	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Sujeta a protección especial
24	<i>Aspidozelis costatus</i>	Huico llanero	Sujeta a protección especial
25	<i>Sceloporus dugesii</i>	Lagartija espinosa de Duges	----
26	<i>Sceloporus albiventris</i>	Lagartija espinosa vientre blanco	----
27	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	----
28	<i>Rhadinaea hesperia</i>	Culebra rayada occidental	Sujeta a protección especial
29	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo real oriental estadounidense	Amenazada

Aves

No.	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
30	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	----
31	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano	----
32	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibiú	----
33	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	----
34	<i>Zanate mexicano</i>	Zanate mexicano	----
35	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	----
36	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	----
37	<i>Aechmophorus clarkii</i>	Achichilique pico naranja	----
38	<i>Calidris mauri</i>	Playero Occidental	Amenazada
39	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Sujeta a protección especial
40	<i>Forpus cyanopygius</i>	Periquito Catarino	Sujeta a protección especial
41	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Sujeta a protección especial
42	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Sujeta a protección especial

Estación de Descompresión NOVASEM

43	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Sujeta a protección especial
44	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Sujeta a protección especial

Fuente: CONABIO, 2022.

Considerando que el área definida como Sistema Ambiental es una zona agrícola e industrial previamente perturbada, no se evidencia la presencia de fauna silvestre y por consecuente dentro del mismo no se determinaron especies con algún estatus de conservación de acuerdo con la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

En congruencia con lo expuesto en el párrafo anterior, es importante indicar que el ecosistema natural se encuentra totalmente impactado, por lo que actualmente, el área presenta deforestación y está destinada a actividades con uso de suelo agrícola, lo que ha provocado que la fauna nativa disminuya radicalmente. Dentro del SA no se aprecian especies que representen algún valor comercial, que sean de importancia por su rareza o se encuentren amenazadas o en peligro de extinción.

Actualmente, la fauna que se encuentra en el área es considerada como doméstica o de ganado, ya que son especies introducidas directamente por el hombre para el desarrollo de actividades agropecuarias o de compañía.

1.6 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

1.6.1 Población

De acuerdo con el censo poblacional de INEGI (2020) la población del municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco está conformada por 25,250 personas (Tabla I.14). De los cuales, 13,256 son hombres (52.5 %) mientras las mujeres son 11,994 (47.5 %). Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron de 10 a 14 años (3,197 habitantes), 15 a 19 años (2,613 habitantes) y 5 a 9 años (2190 habitantes), concentrando el 31.7% de la población total.

Tabla I.14 Población total Acatlán de Juárez

Sexo	Total	Porcentaje %
Hombres	13,256	52.5
Mujeres	11,994	47.5
Total	25,250	100

1.6.2 Lenguas indígenas

De acuerdo con el último censo poblacional del INEGI, la población de 3 años o más que habla al menos una lengua indígena fue de 13 personas, lo que corresponde a 0.051% del total de la población de Acatlán de Juárez, (Figura I.19).

Las lenguas indígenas más habladas fueron: Mazateco (4 habitantes), Tarasco (2 habitantes) y Otras lenguas indígenas de América (5 habitantes).

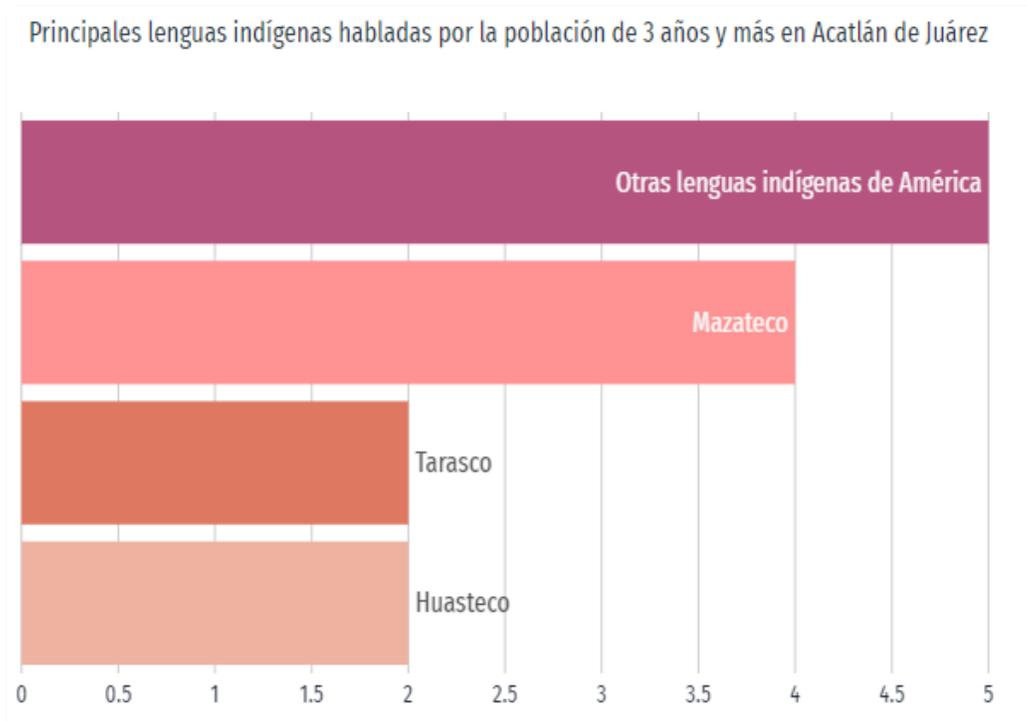


Figura I.19 Lenguas maternas habladas en Acatlán de Juárez

1.6.3 Educación

Para el año 2020, correspondiente al último censo reportado por INEGI, los principales grados académicos de la población de Acatlán de Juárez fueron: Preparatoria o bachillerato 5,858 personas (23.2% del total), preparatoria 3,662 personas (14.5% del total) y 51 personas (0.2% del total) con educación no especificada. La Figura I.20 muestra la distribución de la población según el grado académico aprobado.

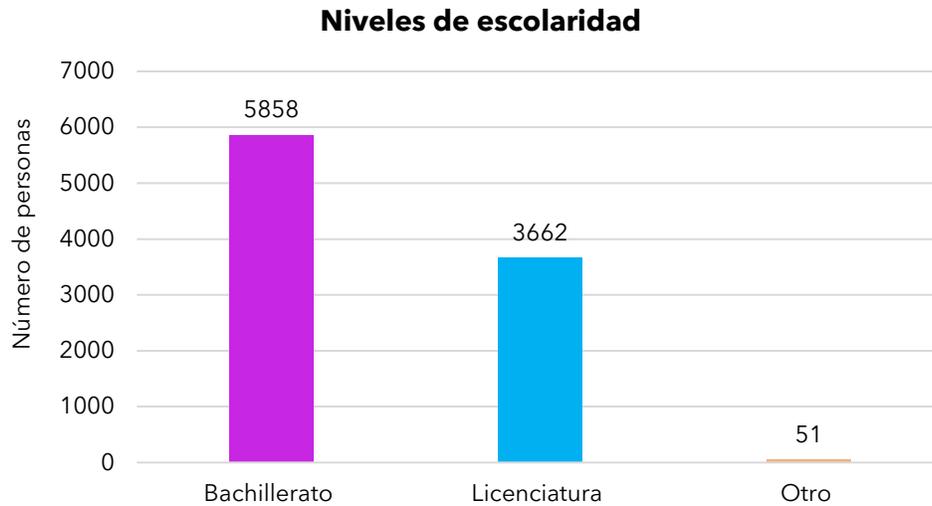
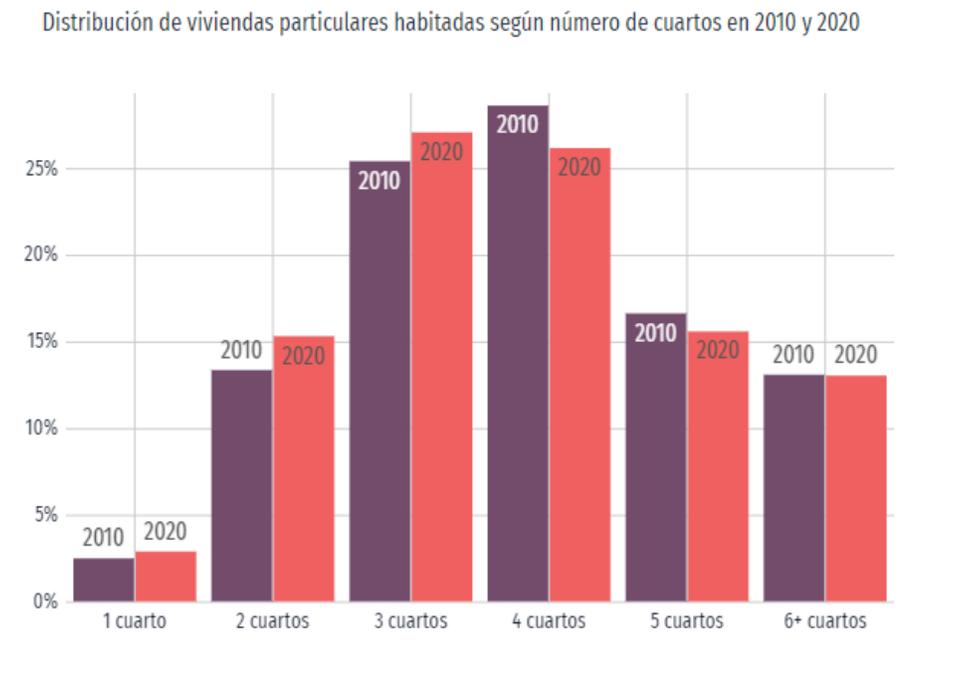


Figura I.20 Niveles de escolaridad en Acatlán de Juárez

1.6.4 Calidad de vida

De acuerdo con el censo elaborado por el INEGI (2020), la mayoría de las viviendas particulares contaba con 3 y 4 cuartos, 27.1% y 26.2%, respectivamente (Figura I.21). Para el mismo periodo, destacan las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 39.2% y 28.4%, respectivamente (Data México, 2020).



Fuente: Data México, 2020.

Figura I.21 Distribución de viviendas particulares en 2020

1.6.5 Servicios y conectividad en la vivienda

La Figura I.22 representa el porcentaje de hogares que disponen de seres menores, la Figura I.23 representa el porcentaje de hogares que tiene acceso a un servicio de tecnología mientras que la Figura I.24 muestra el porcentaje de la población del municipio de Acatlán de Juárez que cuenta con disponibilidad de transporte (INEGI, 2020).



Figura I.22 Porcentaje de población con enseres menores



Figura I.23 Porcentaje de población con acceso a servicios tecnológicos

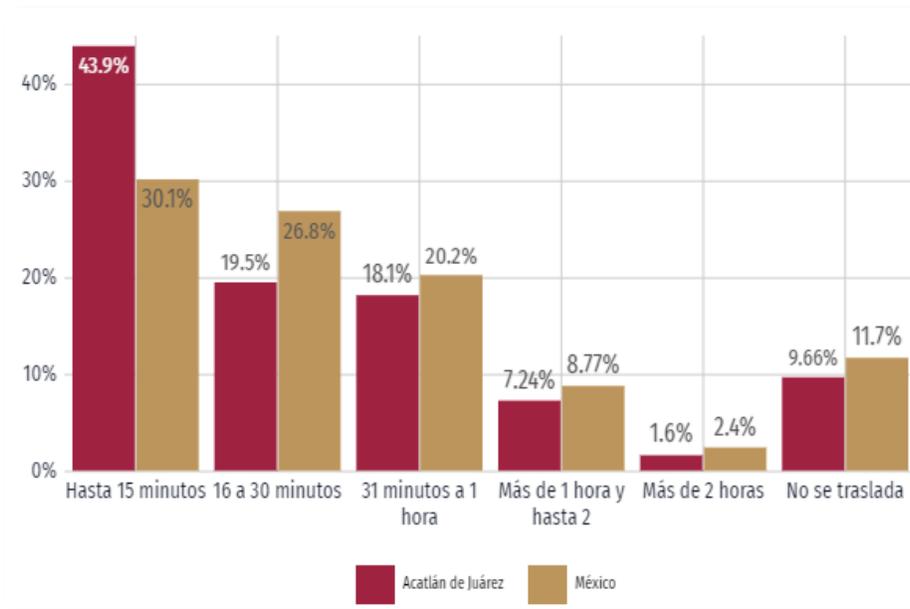


Figura I.24 Porcentaje de población con acceso a transporte

1.6.6 Tiempo de traslado

En el municipio de Acatlán de Juárez, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo en el año 2020 fue de 27.2 minutos, 81.5% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 8.84% tarda más de una hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue de 18.9 minutos, 91.2% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 7.66% tarda más de 1 hora (INEGI, 2020).

La Figura I.25 muestra la distribución de población según tiempos de traslado hasta su trabajo en 2020 comparado con los tiempos de traslado a nivel nacional.



Fuente: Data México, 2020

Figura I.25 Distribución de la población según el tiempo de traslado al trabajo

1.6.7 Medio de transporte al trabajo y colegio

En el año 2020, el 41.9% de la población acostumbró a utilizar camión, taxi, combi o colectivo como principal medio de transporte para dirigirse a su trabajo. En relación con los medios de transporte para ir al lugar de estudios, el 70.8% de la población acostumbró camión, taxi, combi o colectivo como principal medio de transporte.

La Figura I.26 muestra la distribución de los medios de transporte hacia el trabajo y el lugar de estudios utilizados por la población de Villamar, de acuerdo con los tiempos de desplazamiento.

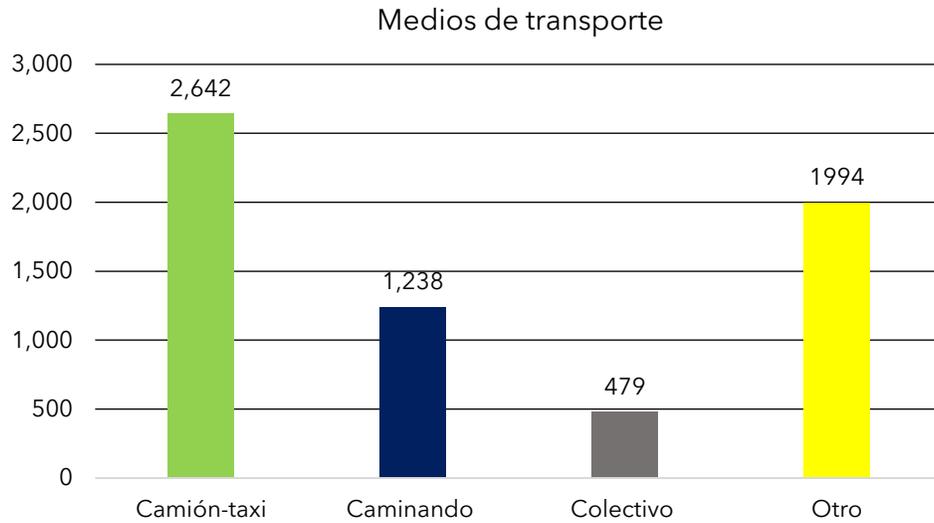


Figura I.26 Medios de transporte utilizados en Acatlán de Juárez

1.6.8 Población económicamente activa

Para el año 2020, INEGI reportó que para el municipio de Acatlán de Juárez la población económicamente activa, tomando en cuenta población con edad de 12 años en adelante mantiene los siguientes porcentajes: el 61.8% (13,711 personas) de la población se encuentra activa laboralmente, el 61.5% corresponde a los hombres, mientras que las mujeres representan el 38.5% (Figura I.27).

Población económicamente activa en el municipio de Acatlán de Juárez

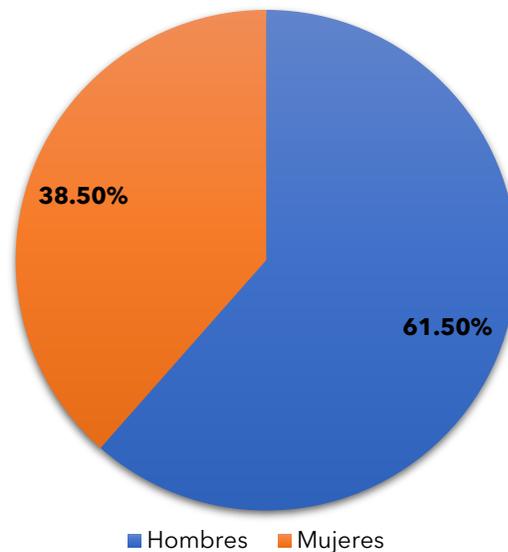


Figura I.27 Población económicamente activa dentro de Acatlán de Juárez de acuerdo con el género

1.6.9 Salud

En el municipio de Acatlán de Juárez, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 (Figura I.28) fueron IMSS con 13,900 usuarios, consultorio de farmacia con 3,490 usuarios y centro de salud con 2,740 usuarios. En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro popular o Nueva generación 15,200 usuarios y no especificado con 4,880 usuarios (INEGI,2020).



Fuente: Data México, 2020

Figura I.28 Afiliación a los servicios de salud en el municipio de Acatlán de Juárez

1.7 PAISAJE

La percepción del paisaje no sólo interesa por ser el origen de los fenómenos culturales o la interpretación del entorno, sino que además es necesaria para comprender y gestionar de mejor manera los recursos naturales mediante el proceso de percepción, el cual funciona mediante la selección de información, reconocimiento e interpretación visual de un área específica.

Un adecuado análisis del paisaje permite alcanzar objetivos deseables tales como la conservación de la integridad funcional de los ecosistemas, la permanencia de la funcionalidad ecológica, el control de tasas de erosión y la continuidad en la aportación de bienes y servicios ecosistémicos. Esto se fundamenta en el hecho de comprender a cualquier acción directa sobre el medio como una acción espacio-dependiente. Por lo que, a pesar de las diferencias de percepción, existen patrones comunes a identificar y valorar en los paisajes, mismos que ayudan a clasificarlo a partir de la evaluación de sus componentes naturales, antrópicos y las interrelaciones entre ellos.

1.7.1 Unidades del Paisaje

Dentro del SA se delimitaron las unidades de paisaje con base en aspectos como la homogeneidad del territorio y las acciones antrópicas como elemento principal de división para la clasificación de las mismas.

Tomando en cuenta lo anterior, en el SA se define una unidad de paisaje:

- Unidad de Paisaje N.º 1: Sierras de Acatlán de Juárez, Jalisco (Figura I.29).



Figura I.29 Unidad del paisaje definida como “Sierras de Acatlán de Juárez, Jalisco”

Esta unidad se considera como la parte baja o piedemonte donde inician las Sierras de origen ígneo ubicadas en los municipios de Acatlán de Juárez y Tlajomulco, dicha unidad está compuesta principalmente por grandes extensiones de terrenos destinados a la actividad agrícola y de uso industrial, asimismo, destaca como fondo escénico la presencia de sierras, mismas que conforman el paisaje.

1.7.2 Calidad Visual

La unidad de paisaje definida como “Sierras de Acatlán de Juárez, Jalisco” posee una calidad visual media, ello debido a la dominancia del plano horizontal de visualización, la nula evidencia de presencia de fauna, así como las intensas modificaciones de carácter antrópico, mismas que anulan la calidad visual del paisaje, sin embargo, destaca la presencia de vegetación agrícola, especialmente los contrastes entre tonos verdes y pardos producto de las zonas destinadas para la agricultura, así como el fondo escénico compuesto por pronunciadas elevaciones topográficas.

Por lo anterior, se concluye que a pesar de que el paisaje circundante ejerce cierta influencia visual dentro del área evaluada, se considera como un paisaje común en la región, con nula existencia de elementos únicos o singulares a los circundantes y con poca variación en color o contrastes, es decir, de carácter homogéneo y marcado por la presencia de actividades antropogénicas como el desarrollo de cultivos y de la industria. Por tanto, se infiere que el desarrollo del proyecto no afectará la calidad visual del paisaje, al desarrollarse dentro de un predio y un área industrial previamente impactada.

1.7.3 Fragilidad Visual

La determinación de la fragilidad visual permite evaluar la capacidad de absorción y respuesta de las unidades de paisaje ante las obras y actividades del proyecto. Dicha característica se basa en el análisis y clasificación de las mismas, en función de sus principales componentes divididos en 4 factores (biofísicos, visualización, singularidad y accesibilidad).

La unidad considerada para el proyecto presenta fragilidad visual media o moderada, pues las pendientes no son mayores al 30%, siendo una superficie con relieve suave a moderado. A pesar de ello, la cubierta de la vegetación es relativamente densa debido a la presencia de cultivos, sin embargo, la diversidad de especies es baja. De igual forma, se ubican áreas moderadamente erosionadas, dominio de los planos medios de visualización (visión no mayor a los 4,000 m), el paisaje que se presenta es de importancia visual media y considerado habitual, y sin presencia de elementos singulares a lo largo de la región. Por lo anterior, se considera que, dentro de esta unidad, la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier actividad proyectada es moderada.

1.8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Para la presente sección se consideró integrar una síntesis objetiva y congruente del área de estudio, considerando los grados de conservación y/o deterioro de acuerdo con el inventario ambiental descrito previamente.

Para la delimitación del Área del Proyecto (AP) se consideró la definición del espacio físico que será ocupado para realizar las actividades del proyecto, durante todas sus etapas de desarrollo (etapa de Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto). Para ello, se consideraron las obras que integran el proyecto, mismas que comprenderán únicamente el proceso de construcción y obra civil, así como pruebas de verificación, monitoreo y operación de las instalaciones.

Por su parte, para la delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto, se consideró la definición del espacio físico donde los efectos directos del mismo influyen sobre un determinado componente ambiental. Por tanto, se considera como aquellas zonas alrededor del Área del Proyecto donde se podrían evidenciar impactos de tipo indirecto por las actividades de este.

Considerando lo anterior, el Sistema Ambiental (SA) se delimitó tomando como referencia la colindancia entre predios, así como limitaciones o barreras físicas existentes, mismas que funcionan como delimitadoras de la extensión de posibles impactos ambientales. Asimismo, se destaca el uso de la cartografía existente, principalmente la información hidrológica, geológica, fisiográfica, edafológica, climatológica, socioeconómica y de vegetación y uso de suelo, ello con la finalidad de realizar un mejor análisis espacial e interpretación del inventario ambiental.

1.8.1 Integración e interpretación del inventario ambiental

1.8.1.1 Factores Abióticos

De acuerdo con la información proporcionada por el SMN y con la clasificación de Köppen modificada por E. García (2004), el SA se ubica dentro de un área cuyo clima es considerado semicálido subhúmedo del grupo C, las cuales son condiciones climáticas típicas de la región geográfica, mismas que propician el desarrollo de vegetación y cultivos de temporal característicos de la zona.

Por su parte, a través de la información proporcionada por el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en la República Mexicana, publicado por el CENAPRED, el estado de Jalisco es una de las regiones más susceptible a huracanes y tormentas tropicales dentro del territorio mexicano, específicamente en las zonas costeras colindantes al océano Pacífico. Sin embargo, el Sistema Ambiental es poco susceptible al impacto de estos fenómenos, ello debido a su ubicación rodeada por las cadenas montañosas que conforman al Eje Neovolcánico. Por tanto, la vulnerabilidad a este tipo de fenómenos naturales dentro del AP es baja.

Asimismo, debido al clima presente dentro del SA y a su temporalidad estacional, el mes de marzo es considerado como la época más seca de la región, alcanzando una precipitación media de 4.7 mm, como resultado se presentan niveles de intensidad de sequía que van de sequía moderada (D1) a sequía extrema (D3), lo cual puede propiciar a otros fenómenos de importancia como incendios forestales. Por el contrario, el mes con mayor humedad es julio con una precipitación media de 197 mm, misma que se considerada como moderada. Por otro lado, en cuanto a riesgos hidrometeorológicos, se ha registrado un potencial de peligro de moderado a alto por tormentas eléctricas, mientras que las nevadas son consideradas de bajo riesgo.

Los aspectos litológicos, geológicos y morfológicos característicos de la región se deben a su ubicación dentro de la porción occidental del Eje Neovolcánico. En el caso del SA, este incide específicamente entre los límites de la subprovincia Chapala. De acuerdo con la información proporcionada por el SGM, la geología regional está compuesta por secuencias sedimentarias, ígneas y volcano-sedimentarias constituidas por areniscas y conglomerados con intercalaciones eventuales de ignimbritas andesíticas y riolíticas, sobre las que descansa una unidad de roca caliza cubierta por sucesiones piroclásticas de edad Cretácica. Dentro de SA se identifican rocas de carácter andesítico - basáltico y depósitos ignimbríticos o tobáceos. En cuanto a rasgos estructurales se refiere, dentro del SA se puede apreciar una falla regional del tipo normal, cuya dirección es NW-SE; a pesar de que el AP no interactúa con la misma, se considera un riesgo moderado a alto para el proyecto.

Con lo anterior y considerando el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (2008), el SA se ubica dentro de la zona sísmica clasificada como D, es decir zonas donde se han reportado grandes sismos históricos y cuya ocurrencia es frecuente, razón por la cual el peligro sísmico es considerado alto. Por tal motivo se considerarán las medidas y recomendaciones establecidas para la construcción de proyectos en zonas sísmicas.

Asimismo, de acuerdo con el mapa de peligros geológicos del municipio de Acatlán de Juárez, consecuente a su topografía, el municipio es susceptible a deslaves y derrumbes, específicamente en las zonas donde las pendientes son abruptas debido a la propia morfología del terreno. Por tanto, se señala como zonas con alto riesgo los asentamientos humanos construidos sobre los sitios con topografía accidentada. Finalmente, también se consideran vulnerables ante inundaciones las zonas con baja pendiente. Por el contrario, el peligro por tsunamis o volcanes activos es bajo. Tomando a consideración lo anterior, si bien de forma general el municipio de Acatlán de Juárez puede ser considerado como un área con riesgo alto, el AP se considera como una zona de moderada susceptibilidad y vulnerabilidad para la ocurrencia y afectación de desastres naturales, asimismo es importante destacar que para el desarrollo del proyecto se considerarán los estudios y recomendaciones pertinentes para la mitigación de los riesgos más destacados.

El suelo dominante en el SA corresponde a Vertisol Pélico (Vr), suelos característicos de zonas subhúmedas compuestos por arcillas, mismas que se expande al contacto con la humedad y se contraen con las sequías, lo cual suele causar agrietamiento en esta última temporada. Asimismo, dentro del SA se observa un grado moderado de erosión, siendo la actividad agrícola e industrial la principal razón.

En cuanto a hidrología se refiere, el área delimitada para SA se encuentra en la parte oriental de la Región Hidrológica 12 Lerma Santiago Pacífico, dentro de la cuenca hidrológica Lago Chapala y la subcuenca San Marcos. Debido a que el Sistema Ambiental se delimita dentro de un área cuya topografía y pendientes son moderadas, se puede llegar a apreciar escorrentías de agua de carácter estacional o intermitente, ello principalmente en las temporadas del año con mayor precipitación. Cabe señalar que, en las cercanías del proyecto no se localizan afluentes principales, por tal razón no se consideran impactos ambientales a los cuerpos de agua cercanos al SA. Por su parte, la hidrología subterránea está conformada por el acuífero Lagunas cuyo nivel de agua no se encuentra comprometido y se clasifica como zona de disponibilidad 2.

1.8.1.2 Factores Bióticos

Debido a la ubicación del área de estudio y considerando que es una zona industrial altamente impactada y con presencia de centros de población en las proximidades, no se advierten vestigios de vegetación nativa, sino grandes extensiones de terreno dedicadas al cultivo agrícola y a la actividad industrial.

Es importante señalar que la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto tiene un uso de suelo definido como agrícola de temporal anual los cuales se caracterizan por estar dominados por plantas de porte herbáceo, por lo que no existe una alteración a la vegetación primaria producto del desarrollo del proyecto.

De igual forma, dentro del SA, únicamente se reportan especies de carácter doméstico, principalmente perros, gatos, y ganado equino y bovino. Ello debido a que el área correspondiente al SA misma donde se pretende realizar el proyecto se encuentra previamente

impactada por actividades antropogénicas (principalmente actividad industrial y zonas de cultivos), mismas que han propiciado la fragmentación del hábitat, afectando la biodiversidad terrestre, y provocando una restricción en la diversidad de especies y, por ende, del tamaño de su población.

Para los factores demográficos se realizó una investigación y análisis bibliográfico, tomando en consideración que en el año 2005 la población ascendía a 22,540 habitantes, mientras que, de acuerdo con las cifras del último censo nacional, actualmente la población del municipio asciende a los 25,250, por lo tanto, se evidencia un ligero aumento en la tasa del crecimiento poblacional.

Asimismo, cabe destacar que, dentro de las proximidades del SA, AI y AP no se encontraron núcleos o poblados indígenas ni zonas con algún valor cultural, no obstante, existen pequeñas zonas de asentamientos humanos, principalmente de carácter ejidal, mismas que se utilizan como zonas de carácter comercial, residencial y mayoritariamente como zonas de cultivo, por tanto, se consideran como zonas susceptibles a bajo impacto ambiental.

Finalmente, se determinó una unidad de paisaje misma que se definió como "Sierras de Acatlán de Juárez, Jalisco". Dicha unidad posee una calidad y fragilidad visual media o moderada ello debido a, la nula evidencia de presencia de fauna y vegetación nativa, la ausencia de cuerpos de agua, así como las intensas modificaciones de carácter antrópico.

1.9 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.9.1 Objetivo

El principal objetivo determinar el riesgo intrínseco de la Estación para la cual se definirá el estudio de Análisis de Riesgo Sector Hidrocarburos del proyecto denominado "**Estación de descompresión NOVASEM**" donde los objetivos de este proyecto serán los siguientes:

1. Identificar los riesgos de proceso referentes al recibo y distribución de gas natural para las instalaciones del proyecto denominado "**Estación de Descompresión NOVASEM**" mediante el uso de las metodologías de identificación de peligros como son el HazOp, What if...? (Qué pasa sí...?) y Análisis de consecuencias.
2. Jerarquizar los riesgos identificados mediante el uso de una matriz de riesgos, clasificando los riesgos como riesgo alto, medio y bajo, pero con controles adicionales (ALARP) o Riesgo No tolerable.
3. Plantear escenarios de riesgo o postulados de las desviaciones clasificadas como riesgo no aceptable y no tolerable que involucren pérdida de contención de gas natural.

4. Evaluar cuantitativamente los efectos físicos (consecuencias) asociados a los postulados de los accidentes identificados, mediante el software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) versión 6.7.
5. Elaborar una lista de recomendaciones encaminadas a disminuir el nivel de riesgo del proyecto **"Estación de Descompresión NOVASEM"**.

1.9.2 Alcance

El presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso tomará como referencia para su desarrollo la Guía Para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, la normatividad mexicana aplicable y estándares internacionales.

A su vez, la identificación de riesgos del presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso tomó como referencia lo establecido en la Norma IEC-61882 "Guía de Aplicación para Estudios de Peligro y Operabilidad".

Para la Evaluación de Consecuencias de los eventos de mayor riesgo, será por medio del software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) en su versión 6.7.

1.9.3 Definiciones

Administración del Riesgo: Proceso de toma de decisiones que parte del estudio de riesgos y del análisis de opciones técnicas de control, considerando aspectos legales, sociales y económicos; establece un programa de medidas de eliminación, prevención y control, hasta la preparación de planes de respuesta a emergencias.

Accidente: Evento que ocasiona afectaciones al personal, a la población, a los bienes propiedad de la Nación, a los equipos e instalaciones, a los sistemas y/o procesos operativos y al medio ambiente.

Accidente Mayor: Acontecimiento agudo de eventos tales como una gran fuga, derrame, emisión, fuego o explosión, que de manera inmediata o retrasada llevan a serias consecuencias para la salud humana y/o fatalidades y/o daños ambientales y/o grandes pérdidas económicas.

Ambiente: Entorno dentro del cual una organización opera, incluyendo aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, personas y sus interrelaciones.

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 Cualitativo de Riesgo: Es el desarrollo de técnicas que consisten en identificar los peligros en los procesos y examinar de qué manera se pueden reducir o eliminar los riesgos que

presentan estos peligros, a los trabajadores, a la población aledaña o al medio ambiente. Ejemplo: lista de verificación, HazOp, Qué pasa si...?.

Análisis de Consecuencias: Estudio y predicción cualitativa o cuantitativa de los efectos que pueden causar eventos o accidentes que involucran fugas de tóxicos, incendios o explosiones entre otros, sobre la población, el medio ambiente y las instalaciones.

Análisis de Riesgo de Procesos (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 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.

Consecuencias: Posibles efectos causados por eventos o accidentes que involucran fugas y derrames de sustancias peligrosas, tóxicas, inflamables y/o explosivas.

Criterios de Aceptación del Riesgo: Criterios que son utilizados para expresar un nivel de riesgo que es considerado como límite superior para que la actividad en cuestión sea tolerable.

Desviación: Condición que se aparta de la intención de diseño del sistema o proceso.

Disponibilidad: Es la proporción del tiempo durante la cual un componente o sistema se desempeña tal cual y como se pretende según su diseño.

Determinación de Riesgo: Proceso general de realizar la valoración de riesgo incluyendo el establecer el contexto, desempeño del análisis de riesgo, evaluación del riesgo y asegurar que la comunicación y consultas, las actividades de revisión y supervisión, realizadas antes, durante y después del análisis han sido ejecutadas, resultan adecuadas y apropiadas con respecto a lograr las metas de la determinación.

Efecto Dominó: También conocido como encadenamiento de eventos, 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 y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la simulación de consecuencias.

Evacuación: Método planeado para abandonar la instalación en caso de emergencia.

Evaluación: Acción y resultado de atribuir un valor o una importancia determinada a una cosa.

Evaluación de Riesgo: Determinar si un riesgo resulta o no tolerable sobre la base del análisis de riesgo y la relación entre la frecuencia y consecuencia de los eventos.

Evento: Suceso relacionado con las acciones del ser humano, con el desempeño del equipo o con sucesos externos al sistema, que pueden causar interrupciones y/o problemas en el sistema. En este documento, evento es causa o contribuyente de un incidente o accidente o es también una respuesta a la ocurrencia de un evento iniciador.

Explosión: Liberación súbita y violenta de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire circundante a la fuente de energía. Esta liberación de energía puede generar una onda de presión con el potencial de causar daño en su entorno.

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.

Fallo: La interrupción en la capacidad de una unidad funcional para realizar su función requerida.

Fuga: Liberación repentina o escape accidental por pérdida de contención, de una sustancia en estado líquido o gaseoso.

Fuego: Consecuencia visible de la combustión.

Función de Seguridad: Funciones de seguridad que requieren permanecer intactas con el fin de garantizar la seguridad del personal y/o limitar la frecuencia o consecuencia de un evento.

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.

Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER): Grupo compuesto por personal del mismo centro de trabajo, o de otros que apoyen en el desarrollo de un análisis de riesgos de procesos, especialistas en disciplinas tales como análisis de riesgos, seguridad, operación, mantenimiento, ingeniería de diseño de proceso, salud, higiene industrial,

protección ambiental, ergonomía y contra incendio, así como cualquier otra disciplina que se considere como necesaria dependiendo del caso que se trate.

Identificación de Peligros: Determinación de las características de los materiales y sustancias y las condiciones peligrosas de los procesos e instalaciones, que pueden provocar daños en caso de presentarse un fallo o accidente.

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.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio al ambiente, sea adverso o benéfico, resultado en parte o en su totalidad a consecuencia de las actividades, productos o servicios de la organización.

Incendio: Combustión no controlada.

Incidente: Evento o combinación de eventos inesperados no deseados que alteran el funcionamiento normal de las instalaciones, del proceso o de la industria; acompañado o no de afectación al ambiente, a las instalaciones, a la población y/o al personal del regulado, así como al personal de contratistas, subcontratistas, proveedores y prestadores de servicios.

Instalación: Es el conjunto de estructuras, equipos de proceso y servicios auxiliares, sistemas instrumentados, dispuestos para un proceso productivo específico. Las instalaciones forman parte de los Centros de Trabajo.

Inflamabilidad: Mayor o menor facilidad con la que una sustancia puede arder en aire o en algún otro comburente.

Jerarquización (Ponderación, Categorización): Ordenamiento realizado con base en criterios de prioridad, valor, riesgo y relevancia el cual se realiza con el propósito de identificar aquellas actividades de mayor importancia que pueden afectar la operación de la instalación.

Mantenimiento Preventivo: Se refiere a la realización de actividades programadas para la limpieza, lubricación, ajuste y sustitución de piezas para mantener los equipos e instalaciones en óptimas condiciones de uso.

Mantenimiento Correctivo: Se refiere a la realización de actividades no programadas para reparar o sustituir equipos o instalaciones dañadas o que no funcionan, para operar en condiciones seguras las estaciones de descompresión.

Metodología Qué pasa sí?: Método que analiza los peligros a partir de la realización de preguntas orientadas a saber qué pasa si sucede un evento determinado, la calificación de los riesgos se lleva a cabo por medio de matrices de riesgos.

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.

Nivel de Riesgo Tolerable: Es la relación de accidentes o eventos riesgosos que PEP está dispuesto a aceptar al año.

Nube Tóxica o Inflamable: Porción de la atmósfera con una concentración de material tóxico o inflamable que tiene el potencial de causar daño o entrar en combustión. Su formación se debe a la liberación de una sustancia peligrosa.

Nodo: Sección del proceso o instalación sujeta a estudio que se aísla del resto para propósitos analíticos.

Peligro: Es toda condición física o química que tiene el potencial de causar daño al personal, a las instalaciones o al medio ambiente.

Peor Caso: Escenario derivado del Análisis de Riesgos, el cual corresponde al mayor volumen estimado del material, energía o sustancia peligrosa producto de una liberación accidental, y el cual pudiese resultar en la afectación a las personas, al medio ambiente o a las instalaciones.

Personal Competente: Personal capacitado y entrenado en los procedimientos operativos, de mantenimiento y de seguridad para el arranque, la operación y el mantenimiento de la estación de descompresión.

Preparación ante Emergencia: Medidas técnicas, operativas y organizativas, incluyendo los equipos necesarios que están planeados para ser usados bajo la administración de la organización de emergencia en caso de ocurrir situaciones accidentales o peligrosas, con el fin de proteger los recursos humanos y ambientales, así como los bienes.

Probabilidad de un Suceso: Es un número, comprendido entre 0 y 1, que indica la posibilidad de ocurrencia de ese suceso, correspondiendo la probabilidad 0 a un suceso imposible y la probabilidad 1 a un suceso cierto.

Programa de Mantenimiento: Actividades o tareas de mantenimiento asociadas a los elementos constructivos (edificaciones), equipos e instalaciones, con indicaciones sobre las acciones, plazos y recambios a realizar.

Recomendaciones: Son propuestas derivadas de la identificación de riesgos con la intención de evitar el riesgo y/o disminuir las consecuencias del mismo, cuando se considera que el nivel de protección existente no es el adecuado.

Relación Anual de Fatalidades: Es el número promedio de fatalidades al año.

Respuesta ante Emergencia: Acciones tomadas por el personal, arriba o fuera de las instalaciones, para controlar o mitigar un evento peligroso o iniciar y ejecutar la evacuación.

Responsables del Análisis de Riesgos de Procesos: Personal encargado de realizar el análisis de riesgos de procesos.

Riesgo: Combinación de la probabilidad o la frecuencia de un evento y las consecuencias de este sobre el personal, población, medio ambiente e instalaciones.

Salvuardas: Son dispositivos, equipos y sistemas físicos orientados a proteger la integridad de las instalaciones. Son procedimientos operativos, acciones manuales de los operadores, procedimientos de ingeniería, diseño y cálculos, manuales, guías, normas y estándares orientados a la seguridad, procedimientos de mantenimiento que tienen el fin de proteger las instalaciones.

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.

Situaciones Definidas de Peligro y Accidente: Selección de eventos peligrosos y accidentales que será usado para dimensionar la preparación ante una actividad de emergencia.

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.

Tan Bajo Como Sea Razonablemente Factible (As Low As Reasonably Practicable "ALARP"): Para que un riesgo sea considerado ALARP debe ser posible demostrar que el costo de continuar reduciendo ese riesgo es mayor en comparación con el beneficio económico que se obtendría.

Tolerabilidad: Se refiere a la voluntad de operar con cierto margen de riesgo con el fin de obtener algún beneficio y la confianza de que dicho riesgo es controlado de forma apropiada.

TLV (15 min, STEL): ("Threshold 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): ("Threshold 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.

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 industrial.

1.9.4 Análisis preliminar de riesgos

El análisis preliminar de riesgos se considera como una herramienta eficaz para identificar desviaciones de las buenas prácticas de seguridad recomendadas para el diseño y análisis de riesgo de instalaciones de producción o manejo de hidrocarburos, como parte de las

metodologías denominadas como preliminar, este estudio contempla el desarrollo de un Análisis Histórico, el cual se comenta más a detalle.

El Análisis Histórico de Accidentes (AHA), es una buena técnica preliminar o inicial, que da la pauta de los principales registros históricos de accidentes, y particularmente da la base para el desarrollo de otras técnicas más detalladas. De lo anterior, esta metodología se utilizó como base para la identificación preliminar de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones semejantes a la Estación de Descompresión.

1.9.5 Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares

La tecnología relacionada con el manejo de Gas Natural tiene un récord excelente de seguridad operacional y de rendimiento en los últimos 20 años. No obstante, durante la construcción y puesta en marcha de este tipo de instalaciones se han registrado algunos incidentes, principalmente relacionados con el uso de gas natural para limpieza o purga de las líneas de gas previo al inicio de operaciones.

Por lo anterior, durante la etapa de construcción el contratista deberá estar obligado a implementar y desarrollar un plan de seguridad detallado, revisado y aprobado por el dueño de la instalación, previo al inicio de la etapa de operación.

Accidentes por el manejo de gas natural en los Estados Unidos de América

A continuación, se presenta la descripción de accidentes de manejo de gas natural más relevantes tomados de la base de datos de la Agencia de Seguridad Química e Investigación de Peligros de los Estados Unidos de Norteamérica (CSB, *por sus siglas en inglés*) ocurridos en los últimos 10 años.

*** Kleen Energy en Middletown, Connecticut (2010)**

Seis trabajadores perdieron la vida durante una actividad de trabajo prevista para limpiar los residuos de las tuberías de gas natural en Kleen Energy en Middletown, en el Estado de Connecticut. Para remover los residuos de la tubería, los trabajadores utilizaron gas natural a alta presión, aproximadamente a 650 psi. Durante este proceso el gas natural encontró una fuente de ignición y explotó.

*** Con Agra Slim Jim en Garner, Carolina del Norte (junio, 2009)**

La CSB realizó una investigación de una explosión de gas natural catastrófico que ocurrió en las instalaciones de la planta de Con Agra Slim Jim en Garner, en el estado de Carolina del Norte, el 9 de junio de 2009. Ese accidente originó la pérdida de cuatro vidas humanas y causó heridas a otras 67 personas. El accidente se produjo durante la operación de purga al aire libre de una tubería de acero de abastecimiento de gas que estaba conectada a un calentador de agua.

Debido a las dificultades para encender el calentador de agua, la operación de purga se continuó durante un tiempo inusualmente largo, causando finalmente la nube de gas en el interior del edificio acumulando gas a una concentración por encima de su límite inferior de explosividad.

La nube de gas causó una explosión al ponerse en contacto con una fuente de ignición, causando daños en los edificios de la planta. La explosión también causó daño a la tubería del sistema de la planta de enfriamiento a base de amoníaco, liberando aproximadamente 18,000 libras de amoníaco anhidro al medio ambiente.

× **Accidentes en México por el manejo de derivados de petróleo**

- El 11 de febrero del año 2013, se provocó accidentalmente una explosión de gas natural por trabajadores de la empresa OHL, quienes golpearon un ducto, de 10 in de diámetro de la empresa Gas Natural de México S.A. (Diganamex), al realizar trabajos de perforación para la construcción de un puente vehicular del Circuito Exterior Mexiquense, tercera etapa, resultando dos personas lesionadas y el desalojo de poco más de cinco mil habitantes.
- El siete de abril del año 2013 PEMEX precisó que el incendio se presentó en el gasoducto de 16 in Cinco Presidentes - Complejo Procesador de Gas La Venta, el cual fue ocasionado por el gas L.P. de una retroexcavadora de una empresa privada, a la altura de la carretera vecinal a Villa La Venta, en el municipio de Huimanguillo, resultando tres personas afectadas por ese accidente, a quienes no reporta con mayores problemas tras ser atendidas por servicios médicos comunitarios.
- El día 8 de Julio del año 2005 a las 10:45 PM a la altura del km 22 de la nueva autopista Reforma-Dos Bocas, personal de una compañía particular bajo cargo del gobierno estatal realizaba reparaciones en el puente "Dren Dos" debido a que presentaba con una capa aislante de 12 cm, el cual fue golpeado por una retroexcavadora provocando una fractura y fuga que se observa como burbujeo. Al no poder corregirla optan por suspender actividades y el personal de la empresa contratista abandonan el lugar.
- En el año 2001 se presentó una fuga en el gasoducto de 10 in de diámetro del cabezal Muspac-Batería Chiapas, la causa se relaciona con una falla de poro por corrosión exterior, se desfogó el ducto para despresurizarlo y efectuar reparación provisional.
- En el año 2000, fuga en gasoducto de 36 in de diámetro, A.P. Acometida Chiapas, la causa fue falla por rotura causando explosión, se realizó operativo de cierre de pozo e instalaciones y paro del envío de gas.
- Accidente en gasoducto de gas amargo de PEMEX, el 21 de septiembre de 1991 en Cunduacán, Tabasco al estallar un ducto de 16 in de diámetro, fallecieron 6 obreros de PEMEX. Este percance sucedió cuando los trabajadores realizaban actividades de corte

en la línea que transportaba gas amargo, debido a que las líneas no fueron desfogadas antes de los trabajos de corte.

- Fuga en gaseoducto de gas natural de PEMEX, fecha 15 de junio de 1992 en Xalostoc, debido a la ruptura de una válvula de alivio. No se reportaron daños ni víctimas.
- Diciembre de 1986, se presentó una fuga de gas natural en el gasoducto cercano al municipio de Cárdenas, dicho incidente provocó dos personas intoxicadas y más de 20,000 personas evacuadas, la causa no fue reportada.

× **Estadísticas de accidentes en México**

El Instituto Nacional de Ecología (INE), a través del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA) supervisado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) clasificó las sustancias involucradas con mayor número de accidentes en distintos de procesos que se realizan en México.

Tabla I.15 Sustancias de mayor índice de accidentes (1996 2002)

Nombre de la Sustancia	% de Accidentes
Petróleo Crudo	42.08
Gasolina	7.83
Diésel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido Sulfúrico	2.26
Solventes Orgánicos	1.09
Otras Sustancias	27.21

De igual forma en los siguientes párrafos se indican algunos accidentes derivados del manejo de Gas Natural por ducto en México.

A continuación, se describen los accidentes e incidentes ocurridos (nacionales e internacionales), en la operación de proyectos y/o instalaciones similares y en su caso, aquellos ocurridos en sus propias Instalaciones. Resulta pertinente que se cubran los aspectos mínimos a verificar, donde se hayan aplicado las mejores prácticas nacionales e internacionales, así como haber implementado las lecciones aprendidas derivadas de los accidentes e incidentes relacionados con este tipo de proyectos y/o Instalación. Para lo anterior, se describen el histórico de accidentes, considerando: Evento, las causas, las sustancias involucradas, los daños materiales, pérdidas humanas, radios de afectación y las acciones realizadas para su atención.

El gas natural se transporta generalmente a través de gasoducto, siendo uno de los medios más utilizados, pero para llegar a las Estaciones de Descompresión se utilizan camiones de autotransporte denominados Modulo de Almacenamiento Móvil (MAM) y la experiencia que se tiene en antecedentes de accidentes es la siguiente:

- En maniobras de cambio de módulos, en alguna ocasión un conductor no realizo el desacoplamiento del módulo al descompresor y engancho al tractor, sin darse cuenta de que aún estaba conectado dio marcha, lo que provocó la pérdida de contención en las mangueras de conexión. Por lo que ahora ya se instalaron las válvulas tipo Break-Away.
- Igualmente, en maniobras de acoplamiento, anteriormente no se tenían las herraduras de protección, por lo que muchas veces el módulo llegaba a golpear el descompresor. Por lo que se implementaron en todos los sistemas las herraduras de protección.
- En maniobras de transporte del módulo, un par de ocasiones se dio volcadura por exceso de velocidad, se da pláticas y capacitación a conductores.

No se cuenta en México con un centro de información que concentre los datos de accidentes ocurridos en los gasoductos, así como en instalaciones de compresión y/o descompresión la investigación realizada a los mismos se realiza para determinar las causas.

Como resultado de este análisis se observa que, en términos generales, la frecuencia de ocurrencia de incidentes y/o accidentes en este tipo de instalaciones, es baja a pesar de que el gas natural es una sustancia altamente inflamable, esto puede deberse al incremento de las medidas, equipos y sistemas de seguridad, así como a la creación y mejora de leyes y reglamentos y la toma de conciencia por parte de la población.

Las causas más frecuentes de este tipo de eventos se deben a fallas técnicas y errores humanos, por otro lado, las consecuencias más frecuentes son paro de proceso, emisiones, incendios y explosiones.

1.9.6 Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgo

1.9.6.1 Fase de identificación y análisis de riesgo cualitativo

1.9.6.1.1 Criterios de selección de las metodologías utilizadas para el análisis y evaluación de riesgos

Actualmente existe una serie de variables que influyen en la selección de las metodologías de evaluación de riesgos, todas estas variables giran en relación con:

- ❖ Motivación del estudio
- ❖ Tipo de resultados requeridos

- ❖ Tipo de información disponible para realizar el estudio
- ❖ Riesgo percibido asociado con el proceso o actividad objeto del estudio y
- ❖ Disponibilidad de recursos y preferencia del analista/dirección

De acuerdo con el ciclo de vida de las instalaciones, a las características operativas del proceso, a la naturaleza de las sustancias manejadas en las instalaciones referidas y a las características de su entorno, se establece que las técnicas más adecuadas para la identificación de riesgos asociados con la operación de la instalación, para fines del presente estudio son:

- ❖ Análisis de Peligro y Operatividad (HazOp, *por sus siglas en inglés*) para las operaciones unitarias de la Estación de Descompresión
- ❖ ¿Qué pasa sí..? (What if...?), factores internos y externos de la Estación de Descompresión
- ❖ Análisis de consecuencias para la elaboración de los Diagramas de Pétalos de la Estación de Descompresión

1.9.6.2 Identificación de peligros y evaluación de riesgos

La identificación de riesgos se llevó a cabo mediante las metodologías **HazOp** complementada con la de **"¿Qué pasa sí...?"** y análisis de consecuencias, las sesiones para el análisis de estas metodologías se llevaron a cabo en el periodo del 03 al 04 de marzo de 2022, en las oficinas de CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V., ubicadas en calle Luna, número 2495, Colonia Jardines del Bosque Centro, Código Postal 44520, Guadalajara, Jalisco, con la participación del Grupo Multidisciplinario de Análisis de Riesgos los cuales son especialistas en operación, mantenimiento y seguridad industrial, además de que parte del personal es especialista en la conducción de las técnicas de identificación de riesgos. En el Anexo I-8 se indican los integrantes del Grupo Multidisciplinario del presente estudio y en el Anexo I-9, la lista de asistencia.

El análisis de riesgo se dirigió hacia la identificación y evaluación de las causas y consecuencias de eventos no deseados, que potencialmente puedan afectar la seguridad del proceso y derivado de ello al personal (Per), población (Pob), ambiente (Amb) e instalación (Inst); considerando de manera importante la identificación de las protecciones existentes, que permite determinar la aplicación de medidas adicionales, que conlleven a la operación segura de la Estación de Descompresión.

1.9.6.3 Descripción y desarrollo de la metodología para la identificación de riesgos

El Estudio de Riesgo y Operabilidad (HazOp) del proyecto denominado: **"Estación de Descompresión NOVASEM"**, está integrado por una serie de metodologías cuyo objeto es el identificar las principales desviaciones durante el proceso, los cuales son:

- ✓ Metodología HazOp.
- ✓ Metodología: What if...?

- ✓ Jerarquización de Riesgos

La descripción de la metodología se da a continuación:

a) **Análisis de riesgo y operatividad (HazOp)**

La técnica de identificación de riesgos HazOp (Hazard and Operability Analysis, *por sus siglas en inglés*) es una metodología sistematizada de identificación de las situaciones que pueden desencadenar un evento no deseado, ocasionado por el descontrol del proceso.

El riesgo se define como el “producto” de la frecuencia y las consecuencias asociadas a la manifestación de un peligro de un proceso productivo; al aplicar la técnica HazOp, se pretende identificar aquellas circunstancias que no cuentan con medidas de seguridad, protección o emergencia suficientes, y que ponen en riesgo la operación segura de la instalación, derivando en posibles afectaciones al personal, ambiente, población, instalación.

Su aplicación en la identificación de riesgos dentro del presente análisis de riesgo está fundamentada en el seguimiento de cada una de las variables operativas dentro de los procesos llevados en la Estación de Descompresión, con la finalidad de determinar las posibles desviaciones no deseadas. Siendo una metodología cualitativa para la identificación de riesgos, requiriéndose adicionalmente la cuantificación de las consecuencias mediante el uso de tecnología diseñada para tal fin.

Nodos analizados

La selección de nodos para la identificación de riesgos se definió utilizando como base la información proporcionada por la estación de descompresión.

Para el llenado de la información solicitada en el formato para HazOp, se consideraron las siguientes definiciones:

Causa: Indican los eventos más probables o razones que pueden originar una desviación del proceso o sistema.

Consecuencia: Los resultados o afectaciones, por la presencia de una desviación al proceso.
Salvaguardas: Representan las bondades y flexibilidad del proceso con fundamento en sistemas de ingeniería o controles administrativos, que previenen las causas o reducen las consecuencias de la desviación.

Desviación: Indica la combinación de la palabra guía y variable del proceso, es decir, la presentación de una situación no normal dentro de un proceso o sistema, aplicando sistemáticamente las palabras guía.

Diagramas de Referencia: Se listan los dibujos considerados de acuerdo al alcance del nodo.

Estación de Descompresión NOVASEM

Condiciones de operación: Estos se obtuvieron de los datos presentados en la descripción del proceso.

Equipo o sistema: Considera la división del proceso en equipos típicos o sistemas funcionales de acuerdo con la filosofía del proceso.

Intención de diseño: Representa las características o función para la cual fue diseñado el proceso o sistema.

Nodo: Sección o partes funcionales, claramente localizados, en los cuales se divide un proceso para ser analizado, a efecto de determinar e identificar los riesgos a los procesos de forma metódica y sencilla.

Palabra Guía: Palabra o frase que combina con una variable o parámetro, expresa y define una desviación a partir de la intención de diseño.

Recomendaciones: Representan las adecuaciones en materia de ingeniería, cambios en la filosofía del proceso, derivadas del consenso multidisciplinario del personal que participó en las sesiones del HazOp; pudiendo requerirse estudios posteriores para su implementación.

Variable o parámetro: Propiedad física o química asociada con el proceso. Incluye aspectos generales como reacción, mezcla, concentración, pH, y aspectos específicos como temperatura, presión, flujo, etc.

El formato de trabajo también incluye las columnas de frecuencia y severidad de las consecuencias antes de la Reducción de Riesgo (Per, Amb, Pob, Ins/Prod) que se utilizarán para establecer la región de riesgo en cada uno de los escenarios de interés, a partir de la categorización de riesgos establecida en las Guías técnicas para realizar análisis de riesgos de Procesos 800-16400-DCO-GT-75. Lo anterior permite la aplicación de la técnica de revisión de riesgo de la Instalación (Facility Risk Review -FRR-, *por sus siglas en inglés*).

El significado de las letras utilizadas en los encabezados de cada columna es el siguiente:

- F: Frecuencia
- Per: Afectaciones a la seguridad del personal
- Pob: Afectación a la población
- Amb: Afectación al medio ambiente
- Ins/Prod: Daños a la instalación
- RR: Región de Aceptación de riesgo

El desarrollo de las sesiones de identificación de riesgos se realizó bajo las siguientes consideraciones:

- ❖ La aplicación de las técnicas de identificación de riesgos se enfocó en la identificación de peligros potenciales que comprometieran la seguridad del proceso; por lo que aquellas desviaciones que como consecuencia inciden en aspectos de calidad u operación del proceso se clasificaron como consecuencias "No relevantes para la seguridad". Aunado a lo anterior, en aquellas desviaciones donde no se determinó la posibilidad de ocurrencia, se indicó con la frase "No Aplica" (N. A.).
- ❖ Se documentaron causas que no dependen directamente de la acción de ser humano, dada la complejidad de cuantificar este factor (por ejemplo: errores humanos ocasionados por la falta de capacitación, inexperiencia, agotamiento, rutina, distracción, indolencia; u otros motivos); salvo la consideración específica de aquellas actividades durante el mantenimiento de ductos submarinos a través de corridas de elementos de limpieza.
- ❖ Se hizo la consideración de llamar "lazo de control" al conjunto de elementos tales como elemento primario de medición, transmisor, controlador y válvula; con el fin de evaluar la causa posible como un todo y no hacer omisión de los componentes del arreglo de control.
- ❖ La documentación de las salvaguardas se realizó mediante una tipificación cualitativa basada en la efectividad de las mismas; la cual debe ser precisada cuantitativamente mediante la aplicación de técnicas cuantitativas completas, como por ejemplo el análisis de capas de protección.

La secuencia para la documentación de los resultados del HazOp se realizó de acuerdo con la Figura I.30.

b) Metodología ¿Qué pasa sí? (What if...?, por sus siglas en inglés)

La metodología ¿Qué pasa sí...?, tiene el enfoque de lluvia de ideas en la que el grupo multidisciplinario familiarizado con el proceso formula preguntas acerca de posibles eventos no deseados, el análisis no es un proceso estructurado como algunas otras metodologías, en su lugar requiere que el analista adapte el concepto básico a la aplicación específica para actividades rutinarias, como el servicio de combustible y sus actividades operativas que pueden ser intermitentes.

El propósito de la metodología es identificar situaciones de riesgo o eventos de accidentes específicos que pueden producir una consecuencia indeseable, el grupo multidisciplinario debe identificar las posibles situaciones de accidente, sus consecuencias y las medidas de seguridad existentes para sugerir alternativas de reducción de riesgos, el método puede involucrar la revisión de posibles desviaciones de diseño, construcción o de operaciones, requiere de un entendimiento básico de la intención del proceso, junto con la habilidad de combinar mentalmente las posibles desviaciones del diseño que podrían resultar en un accidente, es una

metodología aceptable si el personal es experimentado; de otra manera, los resultados serán probablemente incompletos.

En la Figura I.31 se muestra la secuencia para el desarrollo de la metodología Qué pasa sí...?.

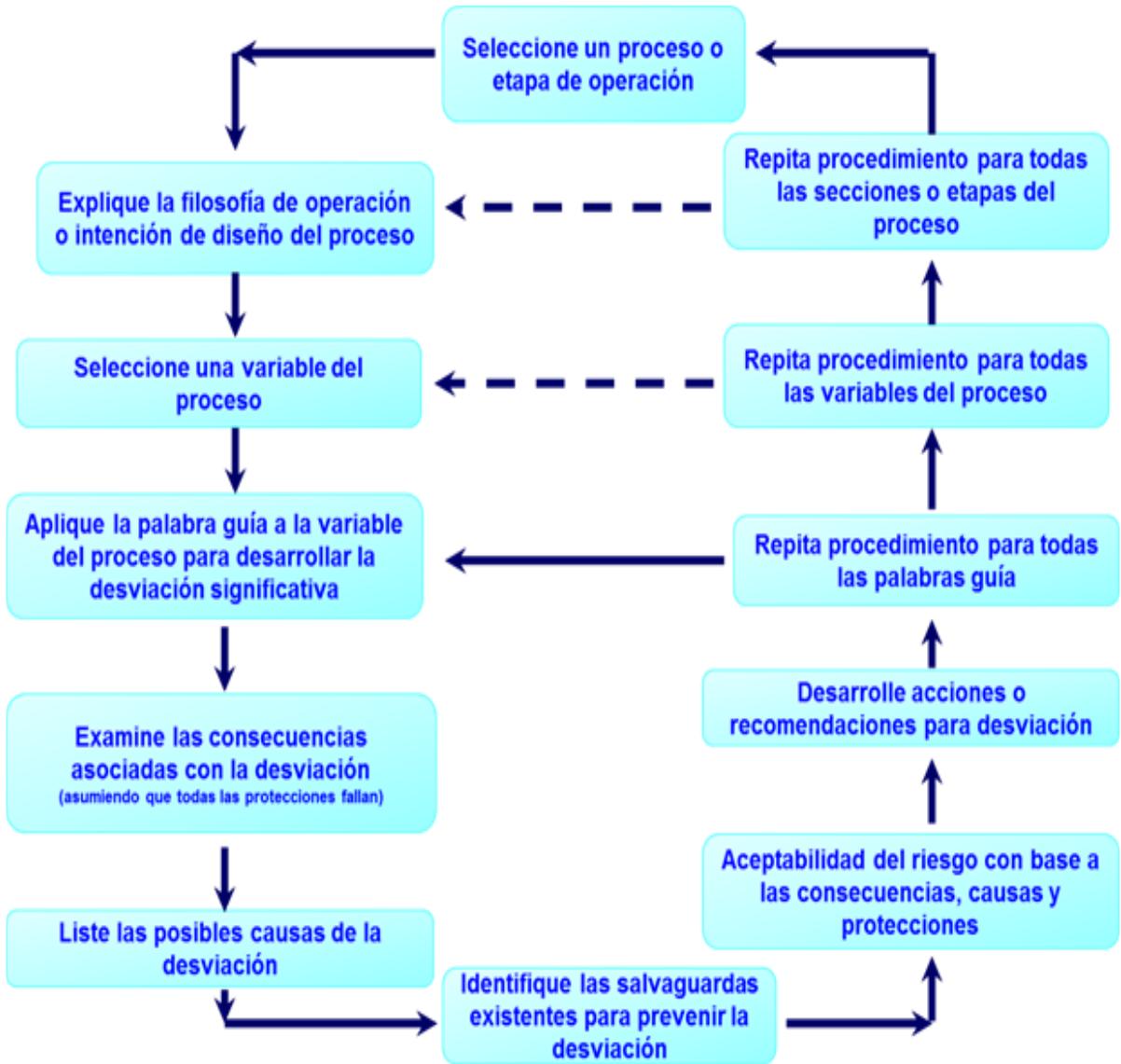
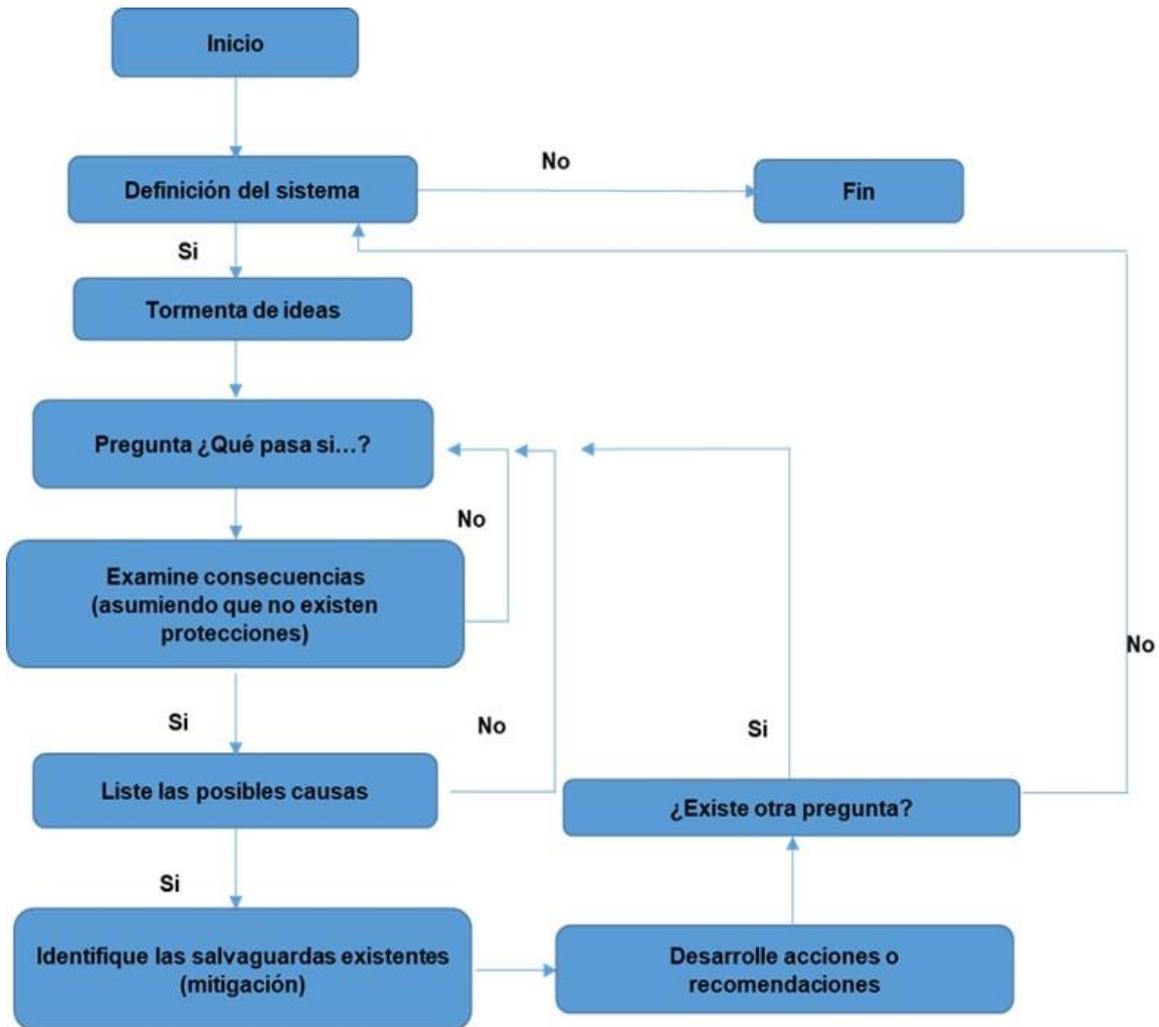


Figura I.30 Secuencia de elaboración de la metodología HazOp



Fuente: AIChE, 2002.

Figura I.31 Secuencia para el desarrollo de la metodología ¿Qué pasa sí...?

Durante las sesiones del grupo multidisciplinario y para el desarrollo de la metodología ¿Qué pasa sí...?, se consideraron las siguientes definiciones:

Causa: Indican los eventos más probables o razones que pueden originar una desviación del proceso o sistema.

Condiciones de operación: Estos se obtuvieron de los datos presentados en la descripción del proceso.

Consecuencia: Los resultados o afectaciones, por la presencia de una desviación al proceso.
Salvaguardas: Representan las bondades y flexibilidad del proceso con fundamento en sistemas de ingeniería o controles administrativos, que previenen las causas o reducen las consecuencias de la desviación.

Equipo o sistema: Considera la división del proceso en equipos típicos o sistemas funcionales de acuerdo con la filosofía del proceso.

Intención de diseño: Representa las características o función para la cual fue diseñado el proceso o sistema.

Recomendaciones: Representan las adecuaciones en materia de ingeniería, cambios en la filosofía del proceso, derivadas del consenso multidisciplinario del personal que participó en las sesiones; pudiendo requerirse estudios posteriores para su implementación.

1.9.6.4 Evaluación de riesgos

La ponderación de riesgos consiste en asignar valores estimados de frecuencia y severidad de consecuencias a los escenarios de riesgo identificados con base en la experiencia del personal y la ocurrencia de eventos similares que se hubiesen presentado durante los años de operación en una estación similar, lo anterior sin considerar la acción de las salvaguardas, se emplean las categorías de frecuencia y consecuencias, evaluando cuatro rubros de afectación: Al personal, población, ambiente y daños a la instalación.

En el caso de la Estación de Descompresión, las categorías de frecuencia y consecuencia se presentan en las Tablas I.16 y I.17, donde se verifica la fila de categorías de frecuencia o probabilidad y se estima la ocurrencia del evento identificado, posteriormente se cruza con la columna de consecuencia o severidad y se obtiene el nivel de riesgo del escenario evaluado o identificado previamente por las metodologías de identificación de riesgos HazOp y ¿Qué pasa sí...?. Esta actividad se realiza para cada uno de los escenarios de riesgo identificados para la estación de compresión durante el desarrollo de ambas metodologías.

Tabla I.16 Tabla de clasificación de frecuencias para escenarios de riesgo

Clasificación	Categoría	Descripción	Frecuencia / año
F6	Muy frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un año	$F \geq 1.0$ ($F \geq 1 \times 10^0$)
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	$0.2 \leq F < 1.0$ ($2 \times 10^{-1} \leq F < 1 \times 10^0$)
F4	Poco frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$0.1 \leq F < 0.2$ ($1 \times 10^{-1} \leq F < 2 \times 10^{-1}$)
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo entre 10 y 20 años.	$0.5 \leq F < 0.1$ ($5 \times 10^{-2} \leq F < 1 \times 10^{-1}$)
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	$0.03 \leq F < 0.05$ ($3 \times 10^{-2} \leq F < 3 \times 10^{-2}$)
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro	$0.01 \leq F < 0.03$ ($1 \times 10^{-3} \leq F < 3 \times 10^{-2}$)

Análisis: GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V., 2022.

Tabla I.17 Descripción de las consecuencias

Categoría	Daños al personal	Daños a la población	Daños al medio ambiente	Daños a la producción / Instalación (USD)
C6 Catastrófico	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a una semana.	Pérdida total de la instalación. Daños a la instalación superiores a 500,000,000
C5 Mayor	Lesiones o daños físicos que pueden generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades con impacto a comunidades cercanas.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones entre 1 día y una semana.	Entre 100 días y un año de tiempo perdido. Daño a las instalaciones con costo $\geq 50,000,000$ a 500,000,000
C4 Grave	Lesiones o daños físicos que pueden generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 1 a 5 fatalidades. Evento que requiere hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones entre 1 hora y un día.	Entre 10 y 100 días de tiempo perdido. Daño a las áreas de proceso (equipos y productos) con costo $\geq 5,000,000$ a 50,000,000
C3 Moderado	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica pero que no generan incapacidad.	Ruidos, olores e impacto que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de la instalación. El control implica acciones de hasta 1 hora.	Perdida de entre 1 y 10 días de producción y/o daño a equipos con costo: $\geq 500,000$ a 5,000,000
C2 Menor	Daños leves que no requieren atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación. el	Perdida de hasta entre 1 día de producción y/o producto. Daño mínimo a los equipos.

Categoría	Daños al personal	Daños a la población	Daños al medio ambiente	Daños a la producción / Instalación (USD)
		derecho de vía con posibilidad de evacuación.	control es inmediato.	(<500,000 USD) 5,000,000
C1 Despreciable	No se esperan lesiones o daños físicos	No se esperan impactos con lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	No interrupciones ni al proceso ni a la producción

Análisis: GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V., 2022.

1.9.6.5 Matriz de riesgos

Las matrices de riesgos normalmente se emplean para calificar inicialmente el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo de riesgos. Esa matriz aplica única y exclusivamente para la Estación de Descompresión de este estudio.

Las matrices de riesgos son gráficas en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre él personal (Per), la población (Pob), el ambiente (Amb) y la instalación (Inst). Esas matrices están clasificadas en regiones que representan el riesgo alto (color rojo), riesgo medio (color amarillo) y riesgo bajo (color verde).

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

Esa escala debe de cumplir con las siguientes características:

- ❖ Ser simple de entender y fácil de usar por toda la organización
- ❖ Incluir todo el rango de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales a los que las instalaciones pueden estar expuestos
- ❖ Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, ambiente e instalación), cada categoría es importante sin embargo población y el ambiente son temas sensibles y por lo tanto deben valorarse adecuadamente
- ❖ Definir claramente los niveles de riesgo resultantes de la aplicación de la matriz

La aplicación de las matrices de evaluación de riesgos como método para calificar los riesgos dentro de una instalación tiene ventajas y desventajas:

Estación de Descompresión NOVASEM

La ventaja del uso de una matriz de riesgo es:

- ❖ Ser simple de entender y fácil de usar
- ❖ Bajo costo de aplicación

Algunas de sus desventajas son:

- ❖ La evaluación de la frecuencia de ocurrencia es subjetiva, de "Probable" a "Improbable"
- ❖ Las categorías de frecuencias y de consecuencias son cualitativas y generan un grado de incertidumbre para personas ajenas al negocio o actividad; muchas veces también por parte de las autoridades los rangos utilizados para la calificación de frecuencia y consecuencias son sujetos de revisión pero estas fueron elaboradas como ya se mencionó anteriormente con base en la experiencia del personal y la ocurrencia de eventos similares que se hubiesen presentado durante los años de operación en una instalación similar

Cada matriz es única y se ajusta a los criterios y normativas de cada empresa, ya que existen diversas matrices; el uso de una u otra dependen del tipo de operación que realiza la instalación y está regida por la complejidad de los riesgos identificados y las acciones a considerar para su administración.

En el caso de la Estación de Descompresión, se empleó una matriz de evaluación de riesgos como se muestra más adelante, la cual se considera adecuada para calificar los riesgos de la misma Estación.

La matriz empleada, funciona seleccionando las consecuencias o severidad apropiadas en la parte inferior y a continuación, haciendo referencia cruzada contra la fila que contiene la frecuencia o probabilidad, para obtener el nivel de riesgo, tal y como se indica en la Tabla I.18.

Tabla I.18 Matriz de riesgo

Frecuencia		Consecuencia					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		Despreciable	Menor	Moderado	Grave	Mayor	Catastrófico
F6	Muy frecuente	B	B	A	A	A	A
F5	Frecuente	C	B	B	A	A	A
F4	Poco frecuente	C	C	B	B	A	A
F3	Raro	C	C	C	B	B	A
F2	Muy raro	C	C	C	C	B	A
F1	Extremadamente raro	C	C	C	C	C	B

Análisis: GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V., 2022.

1.9.6.6 Clasificación de los niveles de riesgo

Las clasificaciones de los niveles de riesgo identificados para la Estación de Descompresión se interpretan como se muestran en la Tabla I.19.

Tabla I.19 Niveles de riesgo

Tipo de riesgo	Descripción
A	Riesgo Alto: Riesgo intolerable que requiere medidas inmediatas. No se puede continuar operando hasta reducir el nivel de riesgo
B	Riesgo Medio: Riesgo que puede ser aceptado atendiendo las recomendaciones para su gestión.
C	Riesgo Bajo: No requiere la implementación de medidas y se gestiona mediante el programa de mejora continua.

Análisis: GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V., 2022.

1.9.6.7 Fase de análisis de riesgo

Para el desarrollo de la evaluación de riesgos se tomó como base la memoria descriptiva de la obra: **"Estación de Descompresión NOVASEM"** y los criterios establecidos por el Grupo Multidisciplinario integrado por personal de CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V. y de GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

El Grupo Multidisciplinario se integró con la finalidad de identificar y evaluar los posibles peligros y riesgos correspondientes a la operación de la Estación de Descompresión.

1.9.6.8 Nodos analizados del HazOp

La selección de los sistemas para la identificación de riesgos se definió de acuerdo con lo establecido por el Grupo Multidisciplinario, los cuales son desarrollados conforme con las actividades para la operación rutinaria de la Estación de Descompresión; quedando de la siguiente manera una vez ajustados para el análisis durante la identificación de riesgos.

En la Tabla I.20 se presenta cada uno de los nodos analizados en la identificación y ponderación de los riesgos mediante la técnica HazOp y en el Anexo I-10 se muestran los nodos marcados en el DTI.

Tabla I.20 Nodos analizados en la identificación de riesgos mediante la Metodología HazOp

Nodo	Descripción	Diagramas	
		DFP	DTI
1	De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.	---	DTI BonGas 600B

Nodo	Descripción	Diagramas	
		DFP	DTI
2	Salida de agua para calentamiento de gas natural.	---	DTI BonGas 600B
3	Retorno de agua del intercambiador de calor.	---	DTI BonGas 600B

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

1.9.6.9 Determinación de escenarios de riesgo (Jerarquización)

Como resultado de la metodología utilizada HazOp se obtuvieron 30 escenarios de riesgo, los cuales quedaron distribuidos de acuerdo con los sistemas analizados con el Grupo Multidisciplinario, quedando como se muestra en la Tabla I.21.

Tablal.21 Resumen de resultados de la identificación de riesgos

Nodo	Escenarios
1	14
2	9
3	7

Análisis: GRUPO INGENII S. de R.L. de C.V.

Una vez identificados estos escenarios se inicia con la caracterización y jerarquización de riesgos, donde las consecuencias y probabilidades estimadas correspondientes a los escenarios, se posicionan en las zonas de riesgo de la matriz, lo cual será la base para la toma de decisiones y acciones, con la finalidad de llevar los riesgos a un nivel de riesgo bajo, previniendo y/o mitigando sus posibles consecuencias.

En las Tablas siguientes se presentan las matrices para los escenarios de riesgos asociados a la frecuencia y consecuencias evaluados para daños a personal, a la población, al medioambiente y a la instalación.

Tabla I.22 Matriz de daños al personal

Descripción	Consecuencia					
	Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0
F4	0	1	4	0	0	0
F3	1	2	4	0	0	0
F2	2	4	0	0	0	0

Descripción	Consecuencia					
Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I.23 Matriz de daños a la población

Descripción	Consecuencia					
Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0
F4	5	0	0	0	0	0
F3	6	1	0	0	0	0
F2	6	0	0	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I. 24 Matriz de daños al medioambiente

Descripción	Consecuencia					
Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0
F4	0	1	4	0	0	0
F3	0	3	4	0	0	0
F2	2	2	2	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I. 25 Matriz de daños a la instalación

Descripción	Consecuencia					
	Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0
F4	0	1	4	0	0	0
F3	0	4	3	0	0	0
F2	0	6	0	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I.26 Total de escenarios inherentes

Daño	Escenarios			Total de escenarios
	A	B	C	
Al personal	0	4	14	18
A la población	0	0	18	18
Al medioambiente	0	4	14	18
A la instalación	0	4	14	18

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

1.9.6.10 Sistemas analizados (metodología ¿Qué pasa sí...?)

La selección de los sistemas para la identificación de riesgos se definió de acuerdo con lo establecido por el Grupo Multidisciplinario, los cuales son desarrollados conforme con las actividades para la operación rutinaria de la Estación de Descompresión; quedando de la siguiente manera una vez ajustados para el análisis durante la identificación de riesgos.

En la Tabla I.27 se presenta cada uno de los sistemas analizados en la identificación y ponderación de los riesgos mediante la técnica ¿Qué pasa sí...?

Tabla I. 27 Sistemas analizados en la identificación de riesgos mediante la Metodología ¿Qué pasa sí...?

Sistemas	Subsistemas
2. Factores internos	1. Ambiente laboral
	2. Factores ergonómicos

Sistemas	Subsistemas
3. Factores externos	1. Vandalismo / Sabotaje
	2. Bloqueo
	3. Colisión de Módulo de Almacenamiento Móvil (MAM)
	4. Climáticos
	5. Actividades agrícolas

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

1.9.6.11 Determinación de escenarios de riesgo (Jerarquización)

Como resultado de la metodología utilizada ¿Qué pasa sí...? se obtuvieron 124 escenarios de riesgo 12 tipo B 111 tipo C y uno sin causa de interés, los cuales quedaron distribuidos de acuerdo con los sistemas analizados con el Grupo Multidisciplinario, quedando como se muestra en la Tabla I.28.

Tabla I.28 Resumen de resultados de la identificación de riesgos

Sistema	Escenarios
Factores internos	80
Factores externos	43

El total es de 124 escenarios de riesgo, ya que se tiene un escenario sin causa de interés.

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Una vez identificados estos escenarios se inicia con la caracterización y jerarquización de riesgos, donde las consecuencias y probabilidades estimadas correspondientes a los escenarios, se posicionan en las zonas de riesgo de la matriz, lo cual será la base para la toma de decisiones y acciones con la finalidad de llevar los riesgos a un nivel de riesgo bajo, previniendo y/o mitigando sus posibles consecuencias.

En las Tablas siguientes se presentan las matrices para los escenarios de riesgos asociados a la frecuencia y consecuencias evaluados para daños a personal, a la población, al medioambiente y a la instalación.

Tabla I.29 Matriz de daños al personal

Descripción	Consecuencia					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Frecuencia						
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0

Descripción	Consecuencia					
Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F4	17	8	12	0	0	0
F3	27	16	3	0	0	0
F2	31	4	5	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I.30 Matriz de daños a la población

Descripción	Consecuencia					
Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0
F4	24	6	12	0	0	0
F3	21	17	3	0	0	0
F2	28	4	8	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I.31 Matriz de daños al medioambiente

Descripción	Consecuencia					
Frecuencia	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0
F4	19	17	0	0	0	0
F3	24	19	4	0	0	0
F2	27	10	3	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I.32 Matriz de daños a la instalación

Frecuencia	Consecuencia					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0
F4	14	22	0	0	0	0
F3	25	20	2	0	0	0
F2	30	10	0	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tabla I.33 Total de escenarios inherentes

Daño	Escenarios			Total de escenarios
	A	B	C	
Al personal	111	12	0	123
A la población	111	12	0	123
Al medioambiente	123	0	0	123
A la instalación	123	0	0	123

El total es de 124 escenarios de riesgo, ya que se tiene un escenario sin causa de interés.

Análisis: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Tomando en cuenta la clasificación de escenarios en las distintas zonas de riesgo, de los cuatro rubros evaluados con la matriz y los escenarios procedentes de la revisión y jerarquización de riesgo empleando la metodología HazOp se obtuvieron 4 escenarios con riesgo de tipo "B", mientras que de la metodología ¿Qué pasa sí...? se obtuvieron 12 escenarios con riesgo de tipo "B", por lo que de ellos se evaluarán los escenarios de consecuencias de ambas metodologías, en los Anexos I-11 y I-12, se muestran las Hojas de Trabajo del HazOp y del ¿Qué pasa sí...?, respectivamente.

De acuerdo con el listado de los Escenarios de Riesgo, se establece la tipificación de escenarios en peores casos (liberación masiva de toda la sustancia manejada o ruptura total del ducto y/o recipiente), casos más probables y de ser aplicable, los casos alternos, los escenarios desarrollados corresponden a eventos de fugas o pérdidas de contención de gas natural mostrados en la Tabla I.34.

Tabla I.34 Escenarios de riesgos identificados

Número	Clave Del escenario	Descripción	Tipo de Caso
1	E-01-PC	Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente	Peor caso
2	E-02-CMP	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento del filtro, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente 20%	Caso más probable
3	E-03-CA	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento del filtro, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente 100%	Caso alternativo

Fuente: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

ANEXOS

ANEXO I-1

Comodato - Contrato de Distribución, Transporte y
Suministro de Gas Natural Comprimido

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

CONTRATO DE DISTRIBUCIÓN, TRANSPORTE, COMPRESIÓN, DESCOMPRESIÓN Y SUMINISTRO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO (EL "CONTRATO") QUE CELEBRAN, POR UNA PARTE, CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V., REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL SR. DIEGO COVARRUBIAS GÓMEZ (A QUIEN EN LO SUCESIVO SE DENOMINARÁ COMO LA "SUMINISTRADORA"), Y POR OTRA PARTE, PRODUCTORA AGRÍCOLA CUACHICQUEH, S. DE P.R. DE R.L. DE C. V., REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL SEÑOR RAFAEL OCHOA ÁLVAREZ, (A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LES DENOMINARÁ COMO EL "CONSUMIDOR"), Y EN CONJUNTO LA SUMINISTRADORA Y EL CONSUMIDOR, SERÁN REFERIDAS COMO LAS "PARTES", AL TENOR DE LAS SIGUIENTES:

DECLARACIONES.

I. Declara **LA SUMINISTRADORA**, a través de su Apoderado bajo protesta de decir verdad, que:

1. Es una sociedad debidamente constituida de conformidad con las leyes de la República Mexicana, según se desprende de la escritura pública número 21,934 de fecha 18 de febrero del 2014, pasada ante la fe del Licenciado Alberto García Ruvalcaba, Notario Público número 97 con ejercicio en la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, y cuyo primer testimonio quedó inscrito en el Registro Público de la Propiedad y el Comercio del estado de Jalisco bajo el folio mercantil 79881*1.
2. Su Apoderado, cuenta con la capacidad y facultades necesarias para obligarla en los términos del presente **CONTRATO**, según consta en la escritura pública número 8,045 con fecha 30 de septiembre de 2019 pasada ante la fe del Licenciado Rafael Vargas Aceves, Notario Público número 114 con ejercicio en la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, facultades que no le han sido modificadas, limitadas o revocadas en forma alguna.
3. Señala como domicilio para recibir notificaciones se localiza en calle La Luna No. 2495, Col. Jardines del Bosque, C. P. 44520, Guadalajara, Jalisco.
4. Que está debidamente registrado en el Registro Federal de Contribuyentes bajo la clave **CCH140219QX7**.
5. Tiene la capacidad económica, financiera, administrativa, los conocimientos, el personal especializado, la asistencia técnica, el equipo, los programas, la tecnología de punta y, en general, la infraestructura necesaria para obligarse en los términos y en las condiciones establecidas en este contrato, sus anexos y pedidos.
6. Que opera un sistema de compresión, descompresión y distribución para la venta, transporte y suministro de Gas Natural Comprimido en la República Mexicana.
7. Que cuenta con todos los permisos, licencias y autorizaciones emitidas por la Comisión

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

Reguladora de Energía y por parte de todas y cada una de las autoridades competentes, y cumple con todos los requisitos establecidos por la Ley y demás normatividad aplicable, para comprimir, descomprimir, distribuir, transportar, suministrar y vender Gas Natural Comprimido, es el legítimo titular de los derechos de propiedad involucrados y relacionados directa o indirectamente con los bienes que se obliga a suministrar a favor del **CONSUMIDOR**, o que en su caso, cuenta con el derecho o facultades necesarias para suministrarlo, licenciarlo o sublicenciarlo, así mismo que no viola ninguna disposición gubernamental, Ley o reglamento vigente, ni tampoco derechos de propiedad industrial o intelectual de terceros.

8. Que tiene la capacidad y desea vender, transportar, distribuir y suministrar al **CONSUMIDOR** Gas Natural Comprimido en las cantidades y condiciones establecidas en el presente Contrato.
9. Se encuentra, así como sus subsidiarias y/o afiliadas, al corriente de todos los impuestos y demás contribuciones municipales, estatales y federales ante todas las autoridades gubernamentales competentes, incluyendo, en su caso, las cuotas correspondientes al Instituto Mexicano del Seguro Social ("IMSS"), al Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores ("INFONAVIT") y a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro ("CONSARSAR").

II. Declara **EL CONSUMIDOR** a través de sus representantes, bajo protesta de decir verdad, que:

1. Es una sociedad legalmente constituida de conformidad con las leyes de la República Mexicana y según se desprende de la Escritura Pública número 79,940 de fecha 17 de agosto de 2011, pasada ante la fe del Licenciado Sergio Alejandro López Rivera, Notario Público número 64 con ejercicio en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, y cuyo primer testimonio quedó inscrito en el Registro Público de Comercio de la Ciudad de Guadalajara, bajo el Folio Mercantil Electrónico número 63538*1, con fecha de 29 de septiembre de 2011.
2. Su representante cuenta con la capacidad y facultades necesarias para obligarla en los términos del presente contrato, según se desprende de la Escritura Pública número 38,973, de fecha 11 de septiembre de 2017, pasada ante la fe del Licenciado Pablo González Vázquez, Notario Público número 35 con ejercicio en la ciudad de Zapopan, Jalisco, inscrita en el registro público del comercio bajo el folio mercantil número 63538, facultades que no les han sido modificadas, limitadas o revocadas en forma alguna.
3. Señala como domicilio fiscal el ubicado en carretera Barra de Navidad, km 40, número 100, Col. Miravalle, Acatlán de Juárez, Jalisco, C.P. 45710.
4. Que está debidamente registrado en el Registro Federal de Contribuyentes bajo la clave **PAC110831J61**.

CORPORACION CH 4, S.A. DE C.V.

5. Desea adquirir de la **SUMINISTRADORA** los servicios de transporte, distribución, compresión, descompresión, suministro de Gas Natural Comprimido en las cantidades y condiciones establecidas en este Contrato.

DEFINICIONES.

Los siguientes términos, ya sean en singular o en plural, tendrán los significados indicados a continuación:

Alerta Crítica. Significa cualquier accidente, cierre, descompostura o avería a las instalaciones, equipos, gasoductos o plantas utilizados para el transporte, suministro o distribución de Gas Natural que afecte directa o indirectamente a la **SUMINISTRADORA** y que produzca de una manera general restricciones técnicas en el Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural, también conocido como SISTRANGAS; interrupciones o reducciones en la producción del Gas Natural; o escasez del mismo para venta por cualquier motivo, conforme a lo previsto en el Marco Regulatorio.

Año. Significa cualquier año calendario.

BTU (British Thermal Units - Unidad Termal Británica). Significa el equivalente a 1,055.056 Joules.

Capacidad Instalada. Se define como la capacidad máxima de consumo por hora (1) de cada equipo del **CONSUMIDOR** que recibirá gas natural.

Casos Fortuitos. Acontecimientos ajenos a la voluntad de las personas y/o situaciones de la naturaleza, en la que un evento general que no pudo ser previsto ni que, de haberlo sido, podría haberse evitado.

Causas de Fuerza mayor. Acontecimientos ajenos a la voluntad de las personas, derivados de hechos u omisiones del hombre y/o de la autoridad, de carácter general, que no pudo ser previsto ni que, de haberlo sido, podría haberse evitado.

Casos No Fortuitos. Situaciones en las que por impericia de la **SUMINISTRADORA** o del **CONSUMIDOR**, tanto en la operación y/o logística, cause la interrupción del suministro de Gas Natural.

Cargo por Molécula. Será el precio que se obtenga de la suma de los siguientes conceptos: (i) el precio vigente en la fecha de entrega del GN o gas natural que sea aprobado por la Comisión Reguladora de Energía y publicado en el Portal Público de Pemex, en el Diario Oficial de la Federación o en cualquier otro medio que determine la Comisión, y/o por cualquier otro

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

Comercializador Autorizado por concepto de la molécula de gas natural; **(ii)** el costo por servicio logístico que establezca el Comercializador Autorizado; **(iii)** el costo por transporte y distribución, mismo que se integra por (a) el costo de reserva de capacidad y (b) el costo del gas combustible; **(iv)** así como cualquier otro concepto impuesto por el Comercializador Autorizado, que resulte aplicable.

Comercializador Autorizado. Será el comercializador de Gas natural con quien contratará directamente la **SUMINISTRADORA**.

Comodato. Es el área del INMUEBLE, que el CONSUMIDOR otorga el uso y disfrute gratuito de una parte del INMUEBLE, según dicho término se define más adelante, que se concede a la **SUMINISTRADORA** para la instalación del Equipo propiedad de la **SUMINISTRADORA** adjunto al presente como "Anexo 5".

Condiciones Estándar. Son las condiciones bajo las cuales se mide el volumen de **GN** o gas natural, es decir, Presión Base de 1 Kilogramo por centímetro cuadrado, 0.8008 kilogramos por centímetro cuadrado de presión atmosférica y Temperatura de 293.15 grados Kelvin (20 grados Celsius) de temperatura base. El volumen en metros cúbicos medido con base en esta fórmula se denomina Metro Cúbico Estándar.

Condición Suspensiva. En caso de presentarse una eventualidad de Caso Fortuito y/o de Fuerza Mayor, debidamente acreditada, se suspenderán los efectos del Contrato, en la misma proporción de tiempo que dure el Caso Fortuito y/o de Fuerza Mayor. En el entendido de que el tiempo que dure la condición suspensiva, se agregará a la vigencia inicialmente establecida en el Contrato.

Consumidor. Significa la persona física o moral que utiliza, recibe o solicita para su propio consumo los servicios de distribución, transporte o suministro de la **SUMINISTRADORA**, en términos de este Contrato.

Contrato. Significa este Contrato de **Distribución, Transporte y Suministro de Gas Natural Comprimido**, junto con todos sus apéndices y anexos, según sea complementado o modificado de tiempo en tiempo.

Distribución, Compresión, Transporte, Descompresión y Suministro. Significan las obligaciones de la **SUMINISTRADORA** bajo este Contrato, que incluye:

- a) Diseñar, construir, operar, mantener y administrar los sistemas que la **SUMINISTRADORA** denomina "Gas Natural Comprimido" las 24 (veinticuatro) horas del día los 365 días del año.
- b) Recibir, comprimir, trasladar, descomprimir y entregar **GN**; por medio de transporte terrestre.
- c) Procurarse de **GN** en México, haciendo todo lo posible para asegurar cuando menos el suministro mínimo.
- d) Entregar el **GN** al **CONSUMIDOR** en sus instalaciones, lo que implica comprimirlo, trasladarlo y descomprimirlo desde su lugar de almacenamiento hasta las instalaciones del

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

CONSUMIDOR, mediante un servicio continuo que opera las 24 (veinticuatro) horas del día, todos los días del año. Lo anterior no es aplicable para los paros programados para mantenimiento o por **Caso fortuito**.

Elemento Primario de Medición. Significa el aparato ubicado en el punto de conexión en el Punto de Entrega, que será el punto de transferencia de custodia y el punto donde se medirá el **GN** para fines fiscales. Este elemento estará certificado por el fabricante y su calibración estará sujeta a las normas mexicanas o internacionales aplicables. En caso que cualquiera de las partes considere que existe un mal funcionamiento en los equipos de medición (+/- 2%), y que la determinación del gas natural es equivocada, deberá notificarlo a la otra parte dentro de los 30 días siguientes a la obtención de la improcedencia de la reclamación de que se trate. En tal caso las partes designaran un laboratorio acreditado ante el SISTEMA NACIONAL DE CALIBRACION, para la revisión y en su caso calibración de los equipos de medición. En caso de que la revisión efectuada determine fallas de medición, se harán los ajustes necesarios a las facturas objetadas.

Equipo. Aquellos bienes muebles y demás activos propiedad de la **SUMINISTRADORA** que se instalarán en el **INMUEBLE** según dicho término se define más adelante, otorgado en Comodato. Los Equipos que se detallan en el denominado "**Anexo 2**" del presente Contrato.

Fecha efectiva de inicio: Significa la fecha en que la **SUMINISTRADORA** inicie con el suministro de GNC al **CONSUMIDOR**, conforme a los términos del presente Contrato. En el entendido de que las partes suscribirán la constancia identificada como "Anexo 11", adjunto al presente Contrato, en la cual establecerán la fecha efectiva de inicio, para todos los efectos legales a que haya lugar.

Gas Natural Comprimido o GNC. Significa el Gas Natural resultante del proceso de compresión que lleva a cabo la **SUMINISTRADORA**.

Gas Natural o GN. Mezcla de hidrocarburos gaseosos que contiene mayormente metano (Fórmula Química CH₄) y que cumple, a su vez, con las especificaciones de la NOM-001-SECRE-2010 (5. Especificaciones del gas natural, 5.1. Propiedades del gas natural, Tabla 1. Especificaciones del Gas Natural), la cual se agrega al presente como "**Anexo 6**". Esta mezcla de hidrocarburos tendrá siempre el tipo y la calidad del que Petróleos Mexicanos suministra en México, ya que la **SUMINISTRADORA** no procesa o enriquece en forma alguna el Gas Natural.

GJ (Giga Joule). Energía necesaria para calentar un gramo de agua a 20 °C.

Inmueble. Significa el predio ubicado en carretera Barra de Navidad km 40, número 100, Col. Miravalle, Acatlán de Juárez, Jalisco, C.P. 45710, propiedad del **CONSUMIDOR**, dentro del cual, se otorgará un área en Comodato a favor de la **SUMINISTRADORA** sobre la superficie detallada en el "**Anexo 5**", para la instalación y uso del Equipo de la **SUMINISTRADORA** para la entrega del **GN** al **CONSUMIDOR**.

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

CLAUSULAS

Primera. OBJETO. Por virtud del presente Contrato, la **SUMINISTRADORA** se obliga a suministrar, GN al **CONSUMIDOR**, a partir de la Fecha Efectiva de Inicio del presente Contrato y durante la vigencia, términos y condiciones del mismo y conforme a los consumos previamente programados y acordados entre las Partes.

El volumen considerado en periodos trimestrales de **GN** objeto del suministro, se señala en el "Anexo 3" de este Contrato, mismo que se obtiene del perfil energético proporcionado por el **CONSUMIDOR** según se establece en el Anexo 8. El **CONSUMIDOR** asume la responsabilidad de la información contenida en el Anexo 8, por lo que en caso de que hubiese cualquier variación entre el Consumo Programado y el suministro efectivo de **GN** la **SUMINISTRADORA** no se hará responsable, al menos que ésta no suministre adecuadamente el volumen de consumo programado al **COMSUMIDOR**.

Con el objeto de que durante la vigencia del presente Contrato la **SUMINISTRADORA** coloque el **EQUIPO**, el **CONSUMIDOR** en este acto otorga en Comodato una superficie de 195.75 M2 (ciento noventa y cinco metros cuadrados setenta y cinco centímetros) dentro del **INMUEBLE**, que se identifica plenamente, en el plano que se adjunta en el Anexo 5 del presente Contrato, en favor de la **SUMINISTRADORA**. La **SUMINISTRADORA**, como comodataria, acuerda expresamente que solo podrá utilizar el espacio del **INMUEBLE** otorgado en Comodato, para colocar el **EQUIPO**.

Las partes convienen que el suministro del **GN** se regirá, en lo general, por lo acordado en este Contrato y, en lo particular, por lo acordado en los anexos.

Las Partes están de acuerdo que la relación de distribución, transporte, y suministro de **GN** se desarrollará bajo la modalidad "Take or Pay" en función de los Consumos Programados del **CONSUMIDOR** contenidos en el "Anexo 4".

El "Anexo 4", incluye la Programación de Consumos Anualizados y Perfil de Consumo de **GN** del **CONSUMIDOR** conforme a los promedios del histórico de consumo de combustible de su producción, y al crecimiento futuro. El **CONSUMIDOR** se obliga a consumir **GN** establecido en el "Anexo 3", a fin de promover el uso eficiente del sistema y de forma que se pueda ajustar la capacidad total del sistema a los consumos totales del **CONSUMIDOR**.

Si el **CONSUMIDOR** desea aumentar la Capacidad de consumo, deberá enviar a la **SUMINISTRADORA** una solicitud por escrito con la capacidad requerida. La **SUMINISTRADORA** deberá responder en un plazo máximo de 30 (treinta) días naturales, contados a partir de la fecha en que reciba la solicitud, respecto a la viabilidad de la misma, en caso de que la respuesta por parte de la **SUMINISTRADORA** sea positiva, es decir, resulte viable la solicitud del **CONSUMIDOR**, este último acepta y está consciente que la implementación de dicho aumento de capacidad podría tomarle a la **SUMINISTRADORA** hasta 4 (cuatro) meses a partir de

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

En caso de que por algunas horas el medidor sea sacado de servicio por mantenimiento, se considerará el consumo registrado en la hora anterior al inicio del mantenimiento multiplicado por las horas que dure dicho mantenimiento; salvo que en ese periodo se prevea una disminución de consumo, para lo cual se tomará el consumo de la misma hora de un día similar inmediato anterior.

En caso que la revisión efectuada determine fallas de medición, se harán los ajustes necesarios a las facturas objetadas.

Cualquiera de las opciones que se puedan presentar al existir discrepancia en la medición, no eximen al **CONSUMIDOR** de pagar el "Take or Pay", de conformidad con lo establecido en este Contrato sobre el consumo de cada trimestre.

En el supuesto que el **CONSUMIDOR** no haya pagado 2 (dos) o más facturas, ya sean por concepto de consumos, financiamiento, desbalances o moratorios, en términos de este instrumento, la **SUMINISTRADORA** no estará obligada a continuar con el suministro de **GN** en términos de este Contrato y tendrá derecho a notificar la suspensión del servicio para, que el **CONSUMIDOR** aclare la situación o efectúe el pago a más tardar dentro de 10 (diez) días naturales, de recibida la notificación, según corresponda, y transcurrido dicho plazo sin remediación por parte del **CONSUMIDOR**, la **SUMINISTRADORA** podrá rescindir este Contrato. En caso de retraso en el pago de las facturas en los términos establecidos, a partir del día siguiente de la fecha en que deban haber sido pagadas, se aplicará el Interés Moratorio.

Cuarta. **OBLIGACIONES DE LAS PARTES**. En adición a cualquiera otra que derive de este Contrato, el **CONSUMIDOR** tiene las siguientes obligaciones:

- a. Otorgar el Comodato sobre una porción del **INMUEBLE** equivalente a 195.75 m² (ciento noventa y cinco metros cuadrados con setenta y cinco centímetros), que se identifica en el plano que se adjunta al Anexo 5 del presente Contrato, que cumpla con las características generales y cuente con los servicios que se detallan en el "**Anexo 5**".
- b. Garantizar la seguridad de los Equipos propiedad de la **SUMINISTRADORA** dentro del **INMUEBLE**.
- c. Abastecer de energía eléctrica al **INMUEBLE** en comodato para la iluminación y uso de las computadoras del sistema de los equipos.
- d. Cubrir los costos por el servicio de energía eléctrica del **INMUEBLE**.
- e. Acondicionar el **INMUEBLE** para entrada y salida de tractos con remolques y permitir el libre acceso con celular con cámara fotográfica, a la estación de descompresión ubicada en el **INMUEBLE** las 24 (veinticuatro) horas del día, al personal y a los tractos con remolques de la **SUMINISTRADORA**.
- f. Realizar las adecuaciones en el **INMUEBLE** para que el mismo cuente con acometidas

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

Con excepción de lo establecido en el párrafo inmediato anterior, las partes acuerdan que la SUMINISTRADORA no podrá ceder el presente Contrato a terceros, sin la autorización previa del CONSUMIDOR; para lo cual la **SUMINISTRADORA** dará aviso por escrito de dicha cesión al **CONSUMIDOR**, a efecto de que esta último otorgue su consentimiento, misma que no podrá ser rechazada sin causa justificada.

Las partes acuerdan que el **CONSUMIDOR** no podrá ceder el presente Contrato, sin la autorización previa de la **SUMINISTRADORA**; para lo cual el **CONSUMIDOR** dará aviso por escrito de dicha cesión a la **SUMINISTRADORA**, a efecto de que esta última otorgue su consentimiento, misma que no podrá ser rechazada sin causa justificada.

Décima Quinta. ENTREGA DEL GAS NATURAL COMPRIMIDO. La transferencia de la propiedad del GN al **CONSUMIDOR** se considerará efectuada en el Punto de Entrega al momento en que el GN pase el punto de conexión de la brida posterior al Elemento Primario de Medición y la primera brida de la instalación interna de aprovechamiento del CONSUMIDOR. La responsabilidad de la **SUMINISTRADORA** con respecto al GN cesará en ese momento y el **CONSUMIDOR** asumirá la propiedad y todos los riesgos por pérdida, daños, menoscabo, así como todos los riesgos inherentes al manejo y uso del GN.

Décima Sexta. VIGENCIA. El presente Contrato tendrá una vigencia de **60 (sesenta) meses** forzosos para ambas Partes, contados a partir de que se lleve a cabo la primera entrega de GN, es decir, a partir de la Fecha Efectiva de Inicio del presente Contrato, la cual quedará debidamente establecida en el Anexo 11 del presente Contrato.

Al final del periodo de vigencia establecido en la presente cláusula, el presente Contrato se renovará automáticamente por periodos de un (1) año, siempre y cuando ninguna de las Partes haya dado notificación por escrito con cuando menos 2 (dos) meses previos a la terminación del Contrato. En caso de renovación automática de acuerdo al enunciado anterior, cualquiera de las Partes podrá dar por terminado el Contrato mediante notificación que se realice a la otra con 30 (treinta) días naturales de anticipación a la fecha de terminación, sin ningún tipo de responsabilidad.

Las partes acuerdan que durante toda la vigencia del presente Contrato, el **CONSUMIDOR** se obliga a no adquirir **GNC** de otros proveedores, a menos que la **SUMINISTRADORA** deje de suministrar GN al **CONSUMIDOR** por más de 3 (tres) meses calendario continuos, sin causa justificada.

Décima Séptima. EQUIPO(S). Estación de regulación y medición ("E.R.M."), Columnas de Descarga, Módulos de respaldo.

La **SUMINISTRADORA** será responsable de la operación y mantenimiento correctivo y/o preventivo de los Equipos referidos en esta Cláusula y, en general, de todo el equipo detallado en el "Anexo 2", por lo que sus empleados debidamente acreditados y autorizados tendrán acceso libre y directo al Equipo para realizar mediciones, y acceso directo a los mismos desde la calle

CORPORACION C H 4, S.A. DE C.V.

operativos que sean aplicados por el(los) Comercializador(es) Autorizado(s), siempre y cuando estos no deriven de una negligencia de la **SUMINISTRADORA** (en cuyo caso no podrán trasladarse), en caso de que posteriormente a la firma del Contrato, el Marco Regulatorio autorice costos adicionales al (a los) permisionario(s), como pueden ser de manera enunciativa pero no limitativa, tarifas de distribución, transporte, sobrecosto por Alerta Crítica, Desbalances y/o cualquier otro cargo adicional incluidos los costos y gastos que sean asociados a las facultades de cada permisionario, para balancear el Sistema de su propiedad (siempre y cuando estos no deriven de una negligencia de la **SUMINISTRADORA**), la **SUMINISTRADORA** estará facultada para trasladar al **CONSUMIDOR** y este deberá pagar a la **SUMINISTRADORA** el costo que corresponda, de ser aplicable. Para tal efecto, la **SUMINISTRADORA**, notificará por escrito cualquier costo operativo o costos adicionales que pretenda repercutir al **CONSUMIDOR**, adjuntando adicionalmente toda la documentación comprobatoria; dicho costo será incluido en las facturas correspondientes.

Vigésima Sexta. JURISDICCIÓN. Para la interpretación y cumplimiento del presente Contrato, las partes se someten expresamente a la jurisdicción y competencia de los Tribunales establecidos en la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México, renunciando a cualquier otro fuero que les pudiera corresponder en razón de sus domicilios particulares o convencionales, presentes o futuros, o por cualquier otra causa.

Leído que es el presente Contrato y no existiendo error, dolo, mala fe o violencia, lo firman por duplicado en Guadalajara, Jalisco, el día 2 de junio de 2021.

"EL CONSUMIDOR"
Productora Agrícola Cuachicqueh, S. de P.R.
de R.L. de C.V.

Rafael Ochoa Alvarez
Representante Legal

"LA SUMINISTRADORA"
Corporación C H 4, S.A. de C.V.

Diego Covarrubias Gómez
Apoderado Legal

ANEXO I-2

Manual de equipos por utilizar en la
"Estación de Descompresión NOVASEM"

MANUAL GENERAL
BonDESCOMPRESORA Móvil 600/700m³/h



INDICE

	Pag.
1. OBJETO	1
2. ALCANCE	1
3. RESPONSABILIDADES	1
3.1 TECNICO OPERACIONES	1
3.2 AYUDANTE OPERACIONES	2
4. CARACTERISTICAS GENERALES	2
5. PROCESOS DE LA ESTACION	4
5.1 MANIFOLD PARA CONEXIÓN DE GAS	4
5.2 SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE GAS	5
5.3 FILTRACION	6
5.4 PRIMERA ETAPA DE REGULACION	7
5.5 PROTECCION PRIMERA ETAPA DE REGULACION	8
5.6 REGULACION Y PROTECCION SEGUNDA ESTAPA	9
5.7 SISTEMA DE MEDICION	10
5.8 COMPUTADORA PARA CORRECCION VOLUMETRICA	11

5.9 CONEXIÓN DE SALIDA PARA ENTREGA DE GAS	11
6 INSTALACION	12
6.1 INSTALACION EN TIERRA	12
6.2 ACOPLAMIENTO A BonTRAILER	14
7 PUESTA EN MARCHA	16
7.1 OPERACIÓN CALENTADOR DE GAS	16
7.2 PROCEDIMIENTO PUESTA EN MARCHA ESTACION	18
8. NOTAS	22
9 MANTENIMIENTO	23
10 ANOTACIONES	24

1. OBJETO

Establecer un procedimiento para la correcta instalación, operación y mantenimiento de la estación BonDESCOMPRESORA para GNC, con capacidad hasta 700m³/h para reducir la presión y realizar la medición de gas natural, teniendo en cuenta aspectos de ejecución y de seguridad, para evitar incidentes y accidentes a los equipos y personal que interviene durante su operación.

2. ALCANCE

Este documento establece los requisitos y procedimientos para la puesta en operación, manipulación y mantenimiento de la estación BonDESCOMPRESORA con capacidad de 700 hasta m³/h.

Es muy importante que permanezca una copia de este documento junto con la Estación BonDESCOMPRESORA, con el fin de que siempre se encuentre disponible para realizar consultas puntuales.

3. RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES

3.1. Técnico operaciones:

Responsabilidades:

- Realizar las inspecciones requeridas para garantizar la correcta operación de la estación.
- Realizar la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos para el desarrollo de los diferentes procesos.
- Coordinar la ejecución de la operación.
- Realizar los ajustes mecánicos requeridos.

3.2 Ayudante de operaciones:

Responsabilidades:

- Demostrar prácticas de trabajo seguro de acuerdo con los estándares de la compañía.
- Realizar la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos para el desarrollo de las tareas.
- Preparar y seleccionar las herramientas y materiales requeridos para la ejecución de las tareas.
- Verificar los instrumentos de conexión, medición y regulación de la estación
- Tomar lecturas en los instrumentos de medición
- Manejar el sistema de registro continuo de las tareas a ejecutar.
- Realizar los ajustes mecánicos menores.

4. CARACTERISTICAS GENERALES

Capacidad (m³/h)	Hasta 700
Presión Máxima de Ingreso (bar)	250
Dimensiones externas estructura (mm)	2430 x 1960 x 2200
Temperatura Máxima de uso	49°C
Temperatura Mínima de uso	2°C
Redundancia (opcional)	- Redundancia en 2da etapa

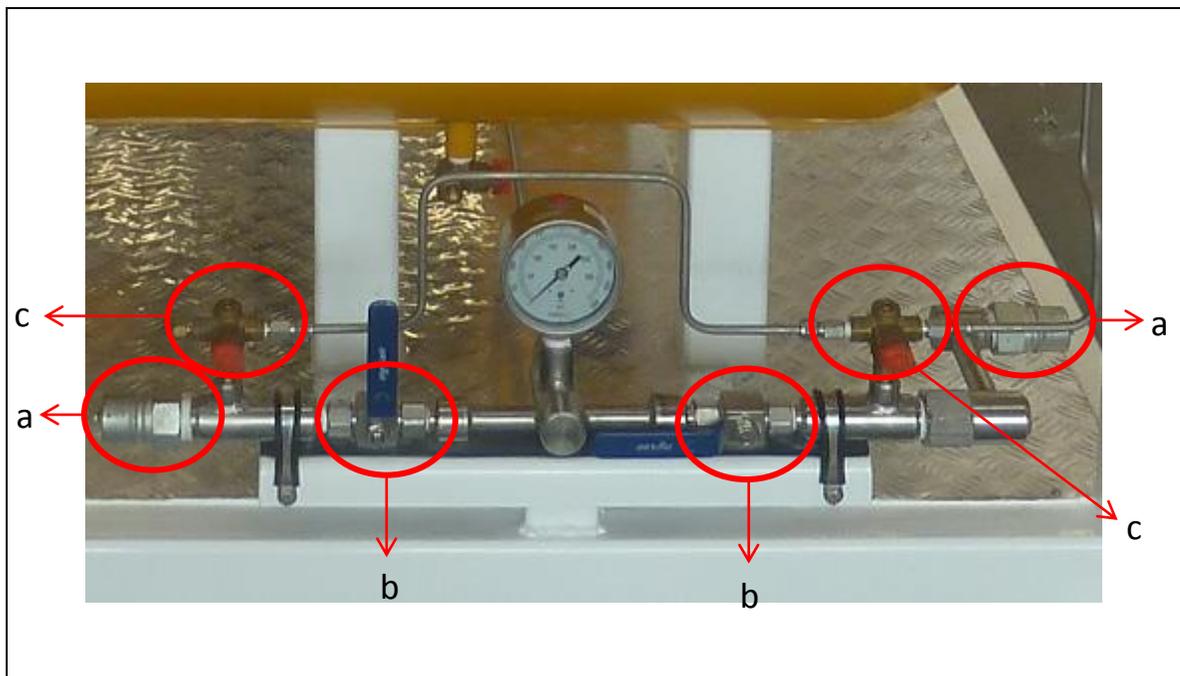
Tipo de Conexiones de la tubería	<ul style="list-style-type: none"> - Bridas con empaques espiro metálicos - Raccordería - Roscas NPT 		
Presión Máxima de Salida	4,5bar		
Presión Mínima de Salida	1bar		
Manómetros	Acero inoxidable.		
Material Rack	<ul style="list-style-type: none"> - Acero estructural - Aluminio alfajor 		
Material Tuberías	<ul style="list-style-type: none"> - Acero Carbón - Acero Inoxidable - Tubería de cobre 		
Protección	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas Protección. - Elementos de filtrado de Partículas y Coalescencia. 		
Soldadura	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none; text-align: center;">- E7018</td> <td style="border: none; text-align: center;">- ER70S6</td> </tr> </table>	- E7018	- ER70S6
- E7018	- ER70S6		
Ingreso de gas a la estación	Carga: acoples rápido Hansen 1"		
Salida de gas de la estación	Según requerimiento del cliente.		
Medidor de flujo	Medidor tipo rotatorio de baja para alta capacidad.		
Maniobrabilidad	Doble sistema de cargue, parte superior para izaje con grúas y parte inferior para alzar con montacargas, anclaje por twistlocks.		
Señalización	Placa de identificación, carteles preventivos.		

5. PROCESOS DE LA ESTACION

5.1 – Manifold para conexión de gas

La estación cuenta con un manifold para el suministro de gas a la estación, seccionado en 2 partes interconectadas, este diseño permite intercambiar los BonRACKS vacíos por los BonRACKS llenos de gas, sin interrumpir el suministro de gas a la estación.

Cada sección esta provista de 1 acople rápido Hansen de 1" **(a)**, 1 válvula de cierre **(b)** y 1 válvula para despresurización de la sección **(c)**, lo cual permitirá la conexión o desconexión de las mangueras para el suministro de gas.



5.2 - Sistema de Calentamiento de gas:

Con el propósito de evitar formaciones de hielo e hidratos, la unidad esta provista de un calentador el cual tendrá como función calentar el gas.

La alimentación del calentador emplea el mismo gas de la estación en su etapa de baja presión, lo que garantiza un mayor margen de seguridad de trabajo, autonomía e independencia de instalaciones eléctricas brindando seguridad y confianza en la operación.

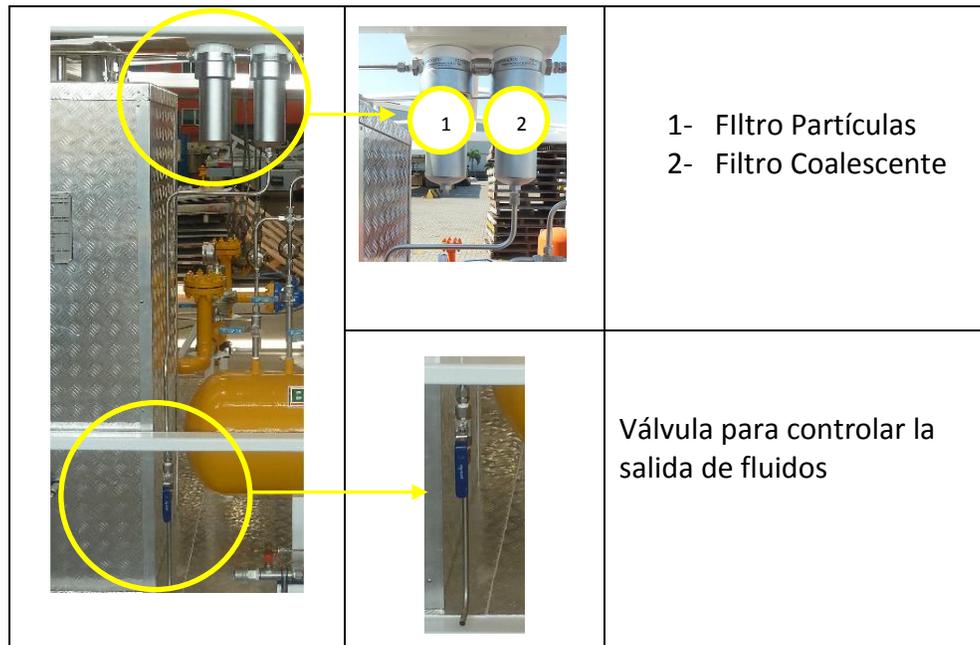


5.3 – Filtración:

La estación descompresora cuenta con un sistema de filtrado para elementos coalescentes y partículas, el sistema de filtrado empleado funciona filtrando desde el interior del elemento hacia el exterior. Las impurezas se acumulan en el elemento, permitiendo que el gas limpio continúe su recorrido hacia las etapas de descompresión. Los filtros tienen una eficiencia para coalescencia del 99.5% con un diseño de retención de partículas superior al 99%.



EL filtro coalescente cuenta con un sistema de drenaje de fluidos, provisto con una válvula de bola, de ¼ de giro, para controlar la salida de los condensados, esta debe de manipularse con cuidado ya que se encuentra en la etapa de alta presión de la estación.



5.4 – Primera etapa de regulación:

En la regulación de la primera etapa se encuentra un grupo de reguladores de alta tipo BG3600 garantizando un hasta un flujo Q de 700 m³/h.

Presión de entrada:	250bar
Presión de Salida:	Según modelo, Aplicación y diseño, tanto de la válvula como de la BonDESCOMPRESORA en si.
Rango de Temperatura de Operación:	-40°C hasta 120°C



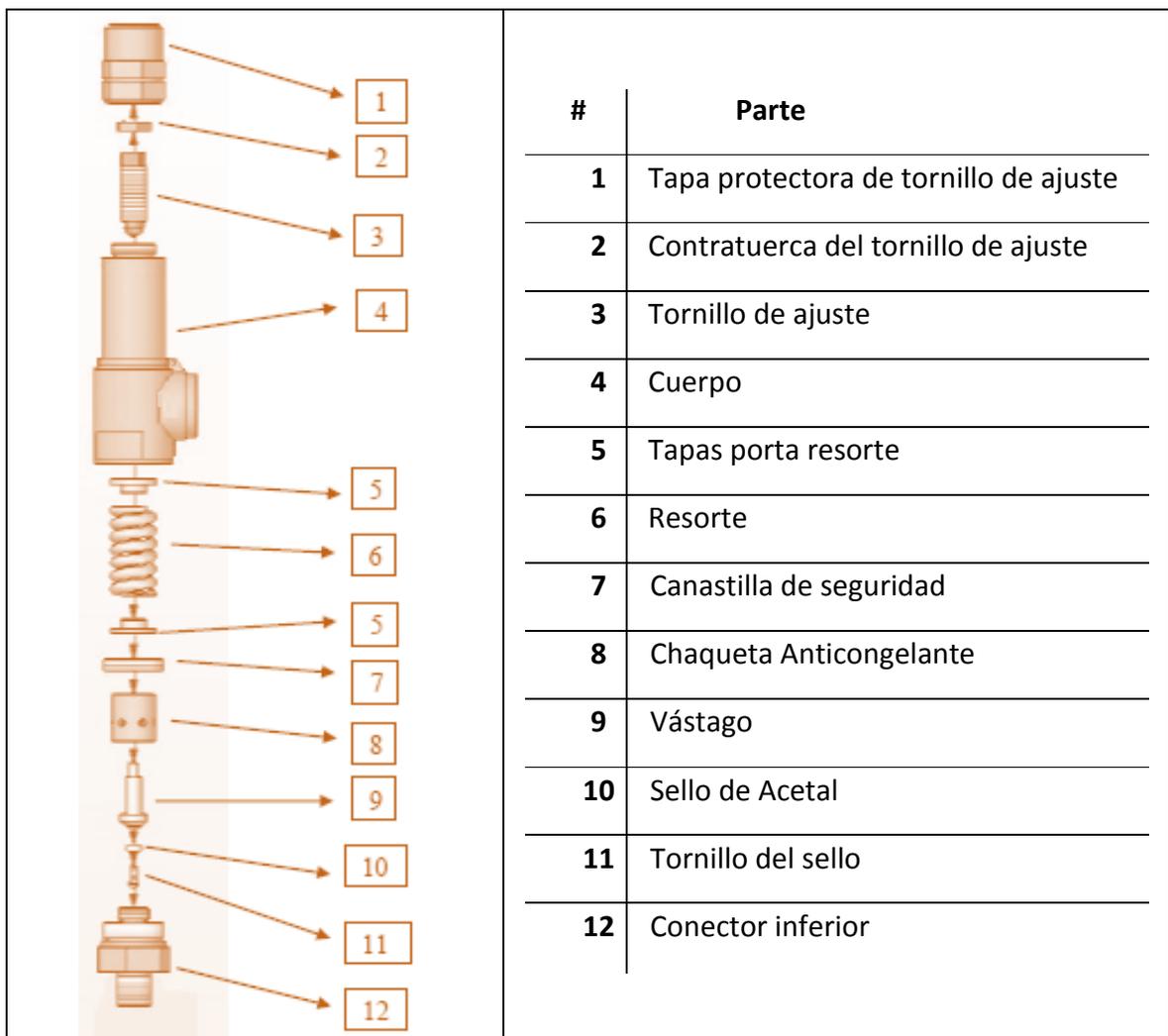
5.5 - Protección primera etapa de regulación:

Se cuenta con una válvula de seguridad debidamente calibrada para evacuar el caudal de fluido de GNC necesario de tal forma que no sobrepase la presión requerida por el elemento protegido.

Materiales:

Cuerpo: Hierro fundido clase 30, interiores en acero inoxidable

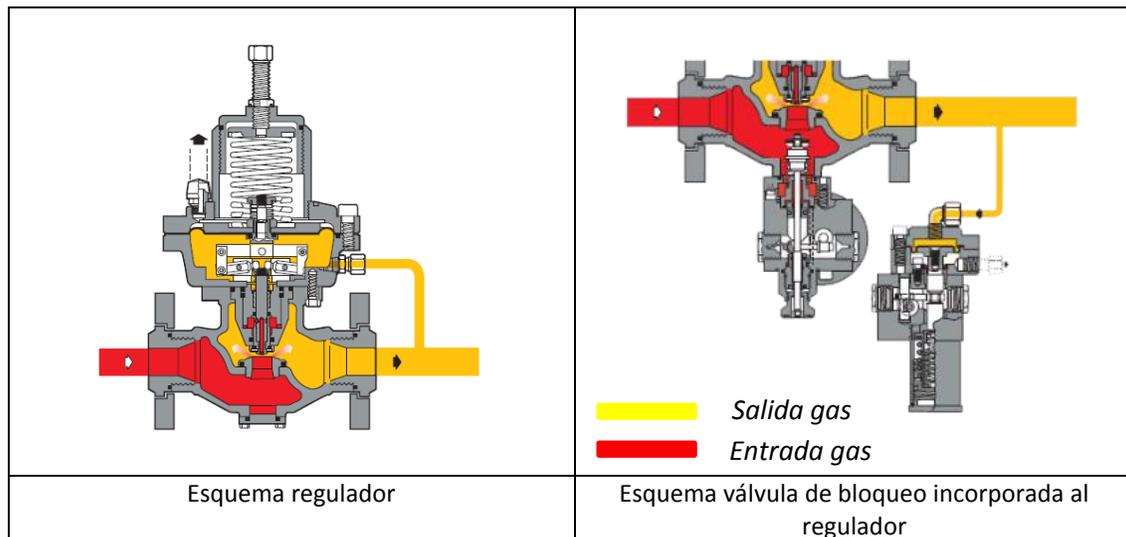
Sellos: Acetal, Nitrilo ó Vitón.

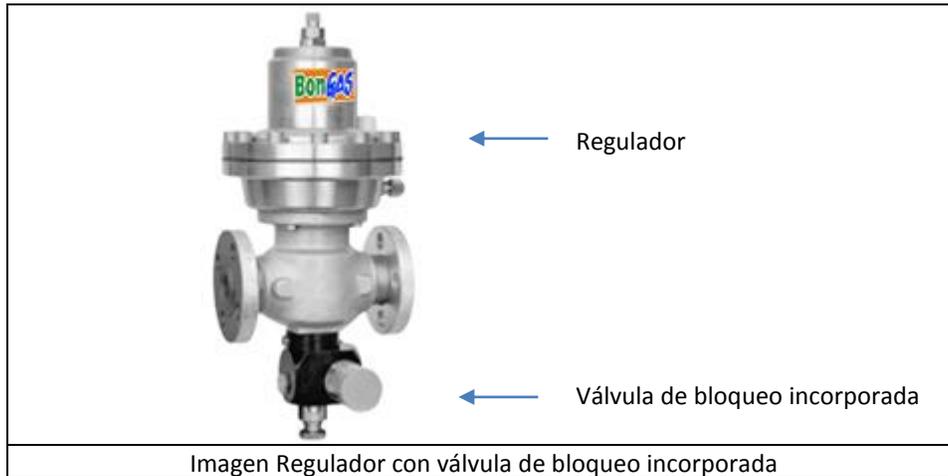


Interior válvula	

5.6 – Regulación y protección segunda etapa:

Regulador:	160AP-BG + SBC 87-BG
Max Presión de entrada:	12bar
Tipo de funcionamiento:	NORMALMENTE ABIERTO
Rango de Presión de salida:	0,85bar hasta 4,5bar
Rango de Temperatura de diseño:	-10°C hasta 60°C
Rango de Temperatura de ambiente:	-20°C hasta 60°C
Clase de precisión AC:	Hasta 5
Clase de precisión de Cierre SG:	Hasta 10
DN:	1"
Tipo de Conexión	ANSI 600





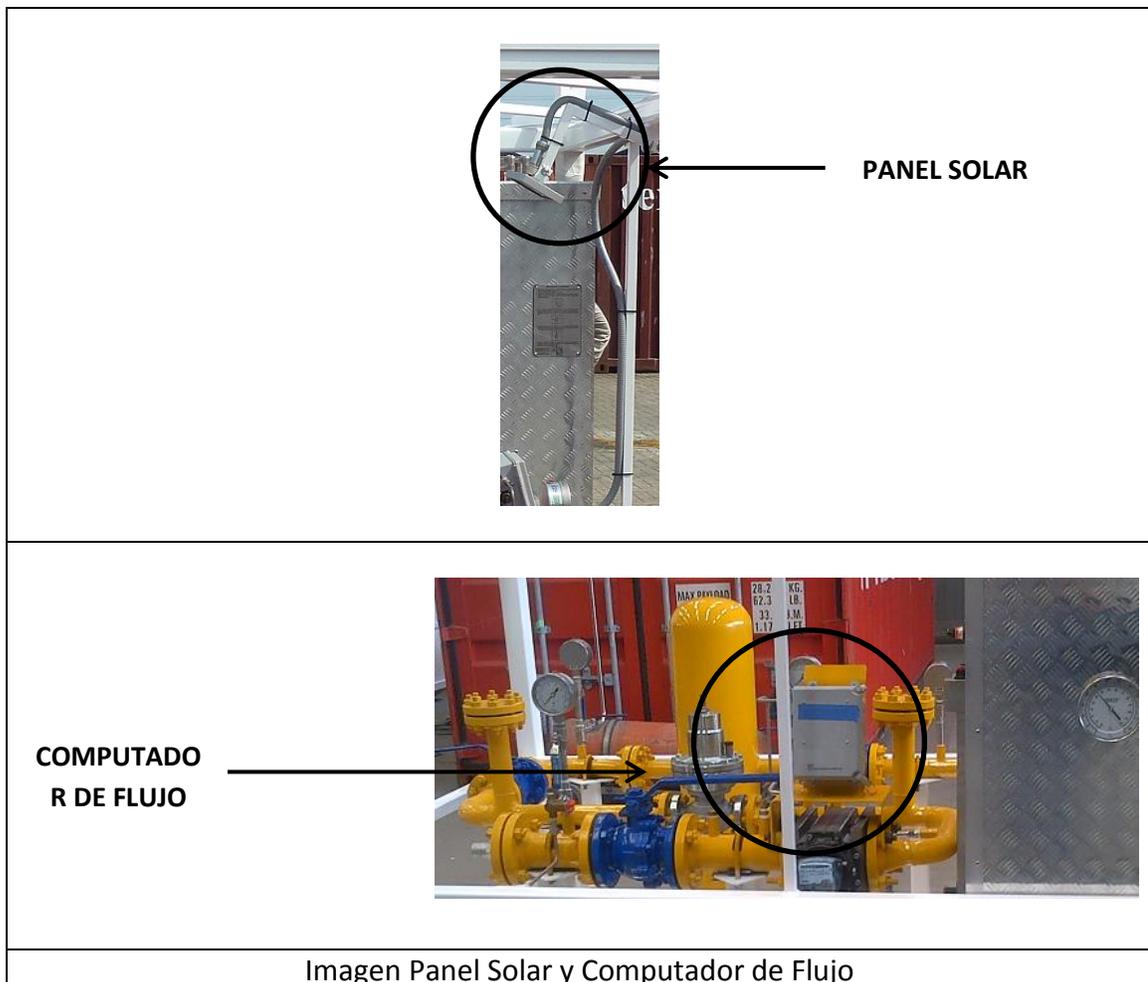
5.7 - Sistema de Medición:

Tipo de medidor:	Rotatorio
Tamaño de Conexión:	3"
ANSI:	1500
Salida de Pulsos:	Baja Frecuencia



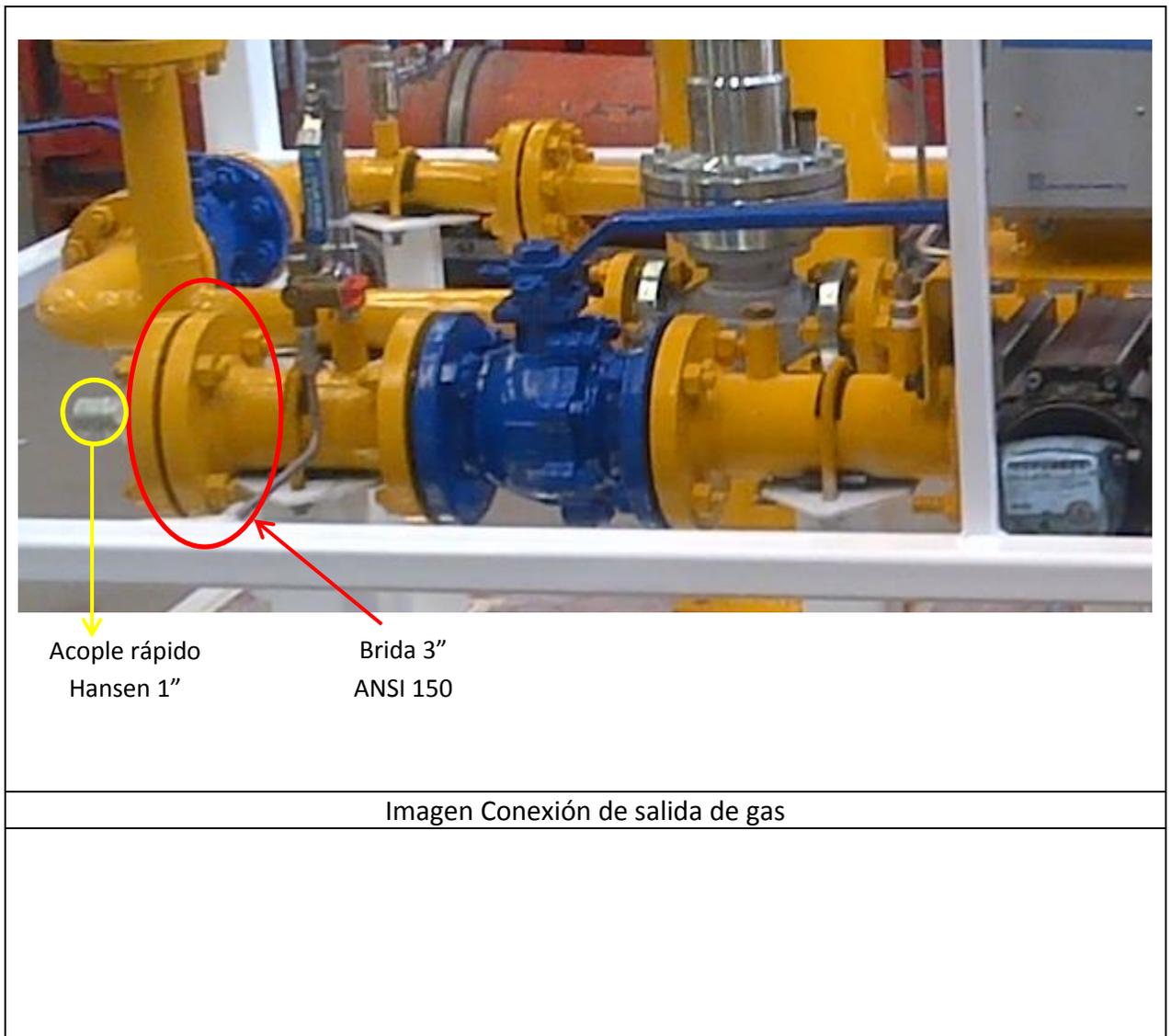
5.8 Computadora para corrección volumétrica:

La BonDESCOMPRESORA está provista con un sistema computarizado que permite conocer el volumen de gas que realmente se está despachando, teniendo en cuenta las condiciones y parámetro del producto en sí. Este computador de pantalla digital va montado sobre una base metálica, la cual esta colocada arriba del medidor de flujo de tipo rotatorio, para fijar la computadora, y, un soporte basculante y graduable, ubicado en la parte superior, arriba del medidor, para efectos de alimentación de energía a través de un panel solar.



5.9 Conexión de Salida para entrega de Gas:

La Estación para la entrega de gas cuenta con tubería de 3" con una brida ANSI 150 en la cual se encuentra instalado un acople Hansen de 1"



6. INSTALACION

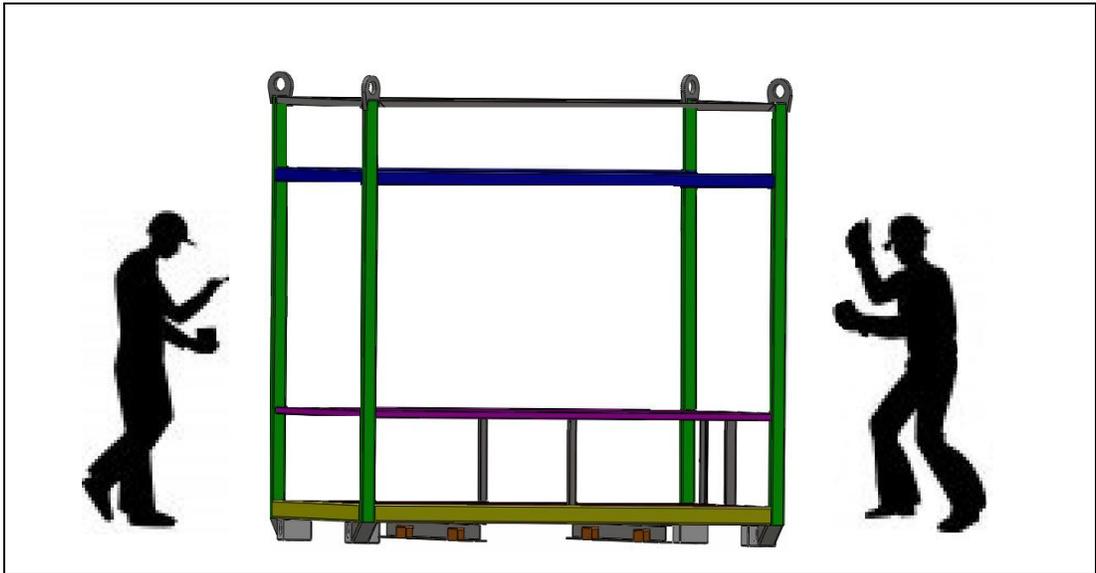
Para una correcta operación de la estación es necesario cumplir con un mínimo de requisitos para garantizar el funcionamiento.

6.1 Instalación en Tierra:

- Superficie para instalación: Debido a lo delicado de los procesos que se llevan a cabo en el funcionamiento de la estación, es necesario contar con un terreno adecuado, este debe ser lo suficientemente estable y sólido para evitar que los sufra hundimientos, pueden ser superficies o terrenos debidamente compactado, mampostería estructural o con placas fundidas en concreto reforzado, etc., lo importante es que este firme y nivelado.



- Distancias para operación y mantenimiento: Se recomienda dejar una distancia de 2 metros en el perímetro de la estación, con el fin de facilitar la maniobrabilidad de la misma, como el conexionado de carga y descarga, lectura de presión y medición, manipulación de válvulas, mantenimientos, acceso para equipos de movilidad, etc.

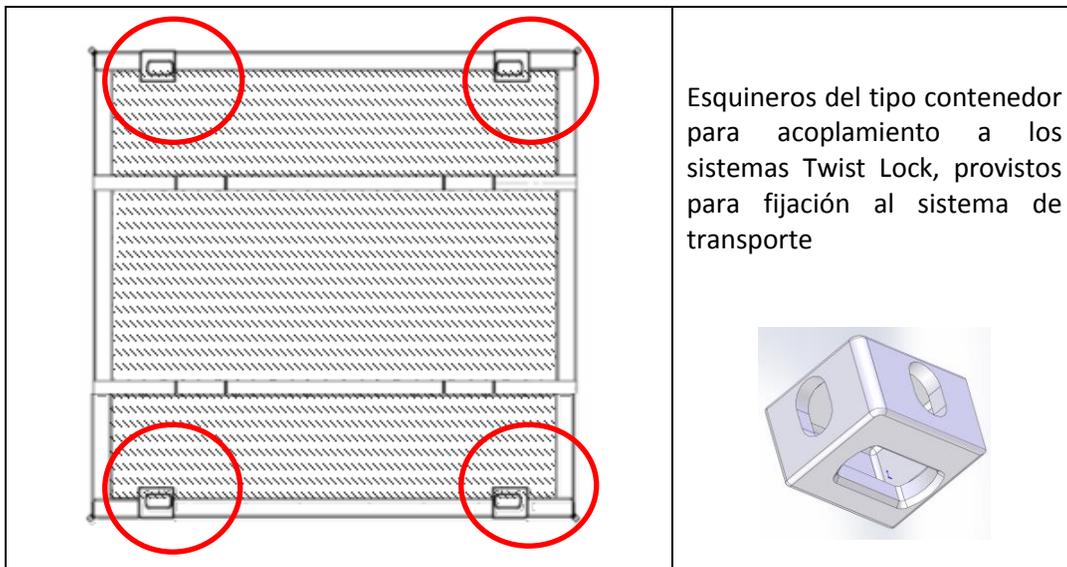


- Ventilación: La Estación está diseñada para operar a la intemperie, dado el caso en que se requiera su instalación en sitios cerrados, se debe tener en cuenta que el gas natural cuando se mezcla con el aire en proporciones de 5.0 a 15% en volumen, causa mezclas inflamables y explosivas. Al tener una densidad menor que la del aire (0.57 veces aproximadamente), cuando se activa una válvula de seguridad por sobrepresión (opcional), cuando se presenta un escape o cuando sea necesario ventilarla, si se tiene una adecuada ventilación se difunde fácilmente en el aire, reduciéndose el riesgo de incendio y explosión. Por tal razón es fundamental prever una adecuada ventilación en las instalaciones empleadas. Cuando la ventilación no es suficiente y los espacios son cerrados, la mezcla gas-aire se concentra en las zonas altas, que son sensibles a fuentes de ignición tales como lámparas, puntos calientes, etc., pudiendo causar incendios y/o explosiones.

6.2 Acoplamiento a BonTrailer:

El acoplamiento es requerido solamente para el transporte, La BonDESCOMPRESORA está provista en su parte inferior de 4 esquineros del tipo contenedor, los cuales al acoplarse al sistema de fijación del transporte (twistlocks) no permiten desplazamiento en ninguna dirección, Estos mecanismos están diseñados para resistir los esfuerzos producto de frenado, giros, aceleraciones, maniobras intempestivas y vibraciones que se generen por el estado de la vía.

Asegurarse de que los 4 esquineros encajen en los 4 Twistlocks provistos en el tráiler y asegurar cada uno de ellos.



Vista inferior Estación BonDESCOMPRESORA



Imagen de ejemplo

Estación BonDESCOMPRESORA acoplada a BonTrailer / Twistlocks Trailer

7. PUESTA EN MARCHA

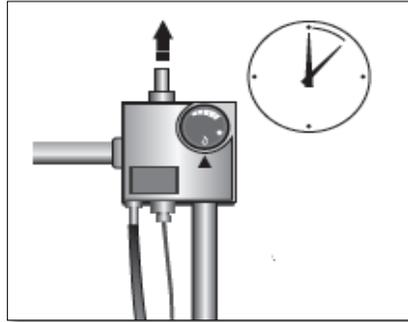
7.1 Operación Calentador de gas:

Cómo encender la fuente de calor:

- A. Verifique que el calentador esté conectado al punto de alimentación de gas, y el tanque lleno de agua.
- B. Abra la llave de suministro de gas al calentador y remueva las tapas del tanque de agua.
- C. Cuando el combustible llegue a la entrada de gas del termostato, ubique la perilla en la posición de piloto; Presione el botón de paso del gas hacia el piloto durante 15 segundos.



Suelte el botón de paso del gas hacia el piloto. La llama del piloto debe permanecer encendida. En caso contrario repita los pasos C y D, conservando oprimido el botón de paso del gas hacia el piloto durante más tiempo.



F. Una vez el piloto se mantenga encendido, gire la perilla a la posición de temperatura deseada, teniendo en cuenta que al aumentar el tamaño del indicativo aumenta la temperatura.



INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA EL AJUSTE Y MANTENIMIENTO DEL CALENTADOR.

1. Debe instalarse y conectarse de acuerdo con los requisitos de instalación vigentes. Se debe dar especial atención a los requisitos pertinentes sobre ventilación.
2. Para garantizar seguridad y un adecuado funcionamiento de su calentador, la instalación debe realizarse de acuerdo con las normas NTC 2505 y NTC 3632, o con los requisitos vigentes para cada localidad.

Precauciones:

Antes de encender el calentador, es indispensable llenarlo de agua. Para hacerlo, además de llenarlo de agua fría, también se debe dejar destapada la salida de agua caliente, para que a medida que entre el agua fría, desaloje el aire que hay dentro del tanque. Cuando termine de salir el aire y empiece a salir agua, puede encender el calentador.

Es muy importante que la entrada de agua fría quede permanentemente abierta, porque cerrada aumentará la presión del calentador y éste puede agrietarse.

La capacidad de agua del calentador no debe ser menor al 90% de la capacidad del tanque y esta debe revisarse mínimo una vez a la semana.

Recuerde que este causal da pérdida de la garantía del producto.

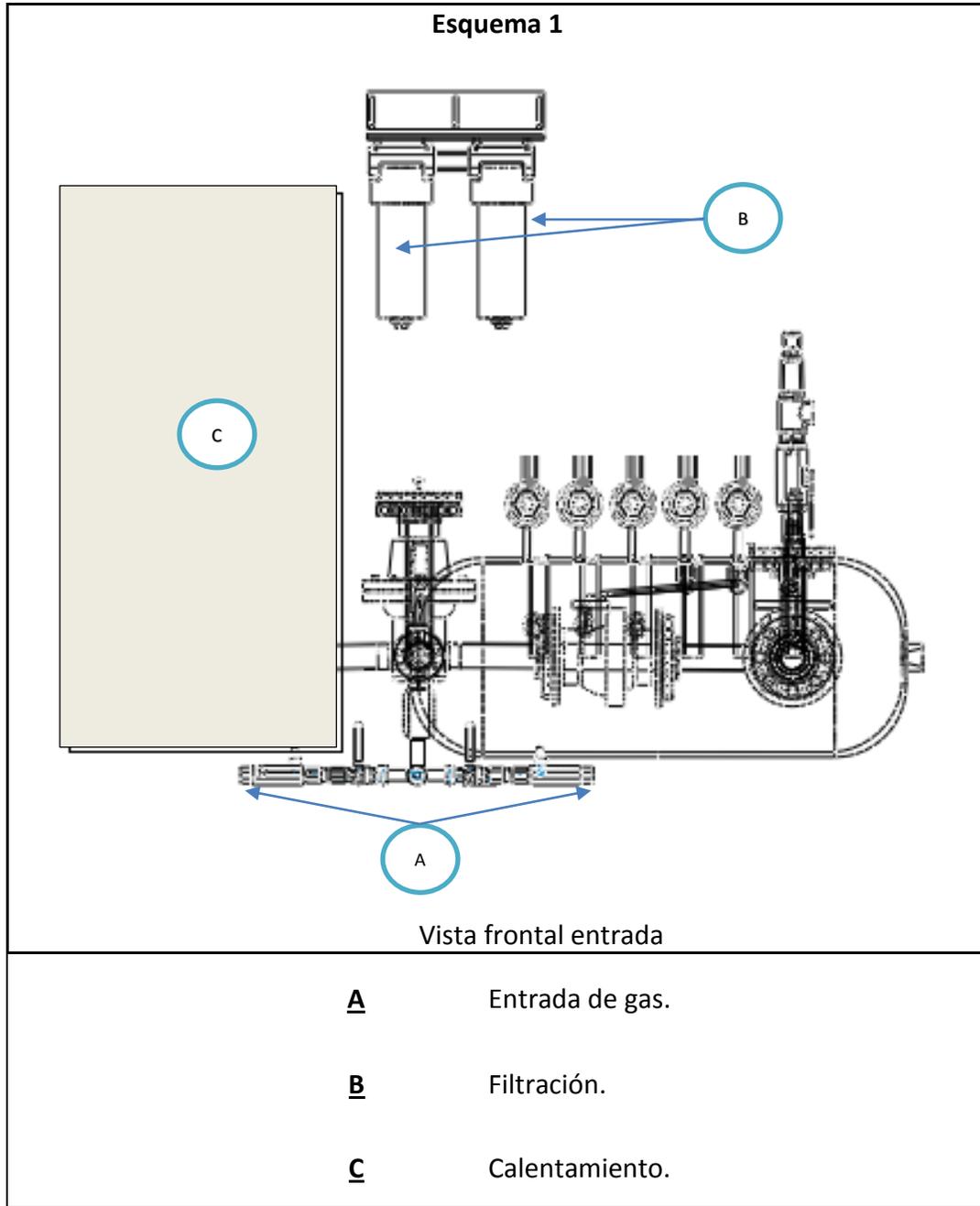
Se recomienda proteger el calentador de la lluvia para prolongar su vida útil, buena apariencia y correcto funcionamiento.

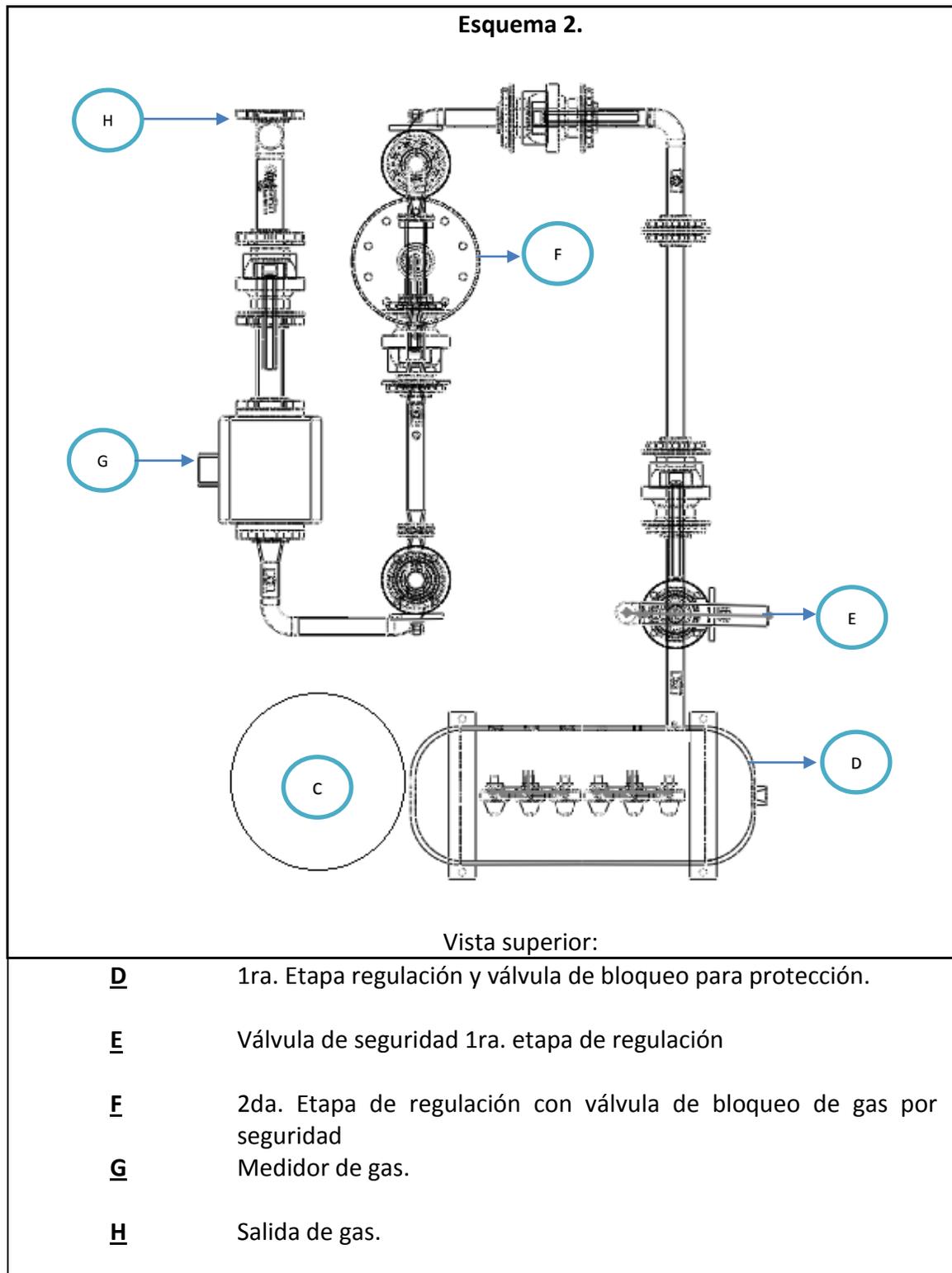
7.2 Procedimiento puesta en marcha Estación:

- 1) Verifique que la estación esté en un lugar plano y nivelado.
- 2) Verifique que todas las válvulas de la estación estén en posición de cierre.
- 3) Verifique que no existan fugas a medida que abra las válvulas descritas a continuación.
- 4) Monitorear la presión por medio de los manómetros instalados en los tramos en que se esté habilitando el flujo de gas.
- 5) Conecte la manguera de alta presión desde los BonRACKS hasta los acoples Rápidos Hansen de 1" de entrada de la estación (A).
- 6) Abra la válvula de media pulgada que está en la sección donde se conectó la manguera en el acople Hansen de 1" (A) para permitir el ingreso del gas al sistema de Alta presión de la estación Descompresora.

- 7) Abra lentamente y una a una las 2 válvulas de paso de gas de 2" que se encuentran entre la válvula de seguridad de la 1ra Etapa (E) y el regulador de la 2da. Etapa (F)
- 8) Abra las válvulas de paso que se encuentra antes de la 2da. Etapa de regulación (F).
- 9) Abra la llave de paso que lleva el gas desde la tubería de baja hacia el calentador.
- 10) Encienda el calentador (C) "Ver Operación calentador de gas" y antes de proceder asegúrese de que este indica 65°C en el termómetro instalado.
- 11) Abra la válvula de paso que se encuentra entre el medidor rotatorio de gas (G) y la brida de salida de la estación (H).

Nota: Ver esquema 1 y esquema 2 páginas siguientes





8. NOTAS:

En caso de cualquier tipo de movilización y/o transporte de la BonDESCOMPRESORA, esta debe estar completamente desgasificada y con el sistema de calentamiento totalmente apagado.

En caso de que se haga necesario hacer cambio de piezas y/o manipulaciones de cualquier tipo, el sistema debe encontrarse completamente despresurizado.

Las garantías se mantendrán en condiciones normales de uso, no cubren abusos ni malos tratos o aplicaciones inadecuadas, como tampoco reparaciones o manipulaciones técnicas por parte de personal no autorizado y/o ajeno a nuestra compañía.

9. MANTENIMIENTO:

Tener en cuenta la siguiente tabla para realizar inspecciones y mantenimientos, esta información puede variar dependiendo de la normativa vigente en el país de operación, es importante realizar cada dos meses pruebas de fuga aplicando una solución jabonosa a todas las uniones roscadas y bridadas ya que las vibraciones a las que pueda ser sometida la estación BonDESCOMPRESORA pueden generar fugas menores.

Los tiempos establecidos dependerán de las condiciones de operación y de la calidad del gas empleado, estos tiempos empezaran a correr desde la primera puesta en marcha de la Estación.

ELEMENTO	INSPECCION/MANTENIMIENTO
TUBING	Inspección visual Semestral
RACORDERIA	Inspección visual y verificación de torque Semestral
VALVULAS DE APERTURA Y CIERRE EN GENERAL	Prueba de bloqueo y apertura semestral
UNIONES BRIDADAS	Inspección visual Semestral
TAPONES ROSCADOS	Inspección visual Semestral
VÁLVULA DE SEGURIDAD	Prueba y calibración Anual
MANOMETROS	Calibración Anual
VALVULA DE DESPRESURIZACION	Inspección visual Semestral y antes de uso
ACOPLES RÁPIDOS 1"	Inspección visual antes de uso
CALENTADOR DE GAS	Drenaje total del agua, con el fin de evitar solidificaciones por el tipo de agua usada.
REGULADORES	Cambio de interiores cada 5 años
FILTROS	Limpieza cada 4 meses (reemplazo de interiores anual)
CANCAMO PARA IZAJE DE RACK	Inspección visual Anual y antes de utilizarse
ESQUINEROS DEL RACK PARA ACOPLES A TWISTLOCKS EN EL TRANSPORTE	Inspección visual Anual y antes de utilizarse



Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento



Calderas para Agua Caliente
Modelos CPV-AG
Operación a Gas L.P. o Natural



**Proyectos Industriales y Mantenimiento de
Morelia, S.A. de C.V.**

**DOMICILIO DE PERSONA MORAL ART. 113 FRACCIÓN I
DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**



Caldera

Modelo CPV-AG

Las calderas **PIMMSA**® están diseñadas para garantizar una alta eficiencia y confiabilidad en su funcionamiento, además de estar fabricadas para facilitar su instalación, operación y mantenimiento.

La caldera serie CPV es una unidad diseñada y construida para trabajar completamente automática, con el cuerpo de la caldera, quemador y controles debidamente instalados y alambrados, formando así un paquete listo para una pronta conexión y prestar servicio inmediato.

Están fabricadas en una gran gama de potencias caloríficas para cubrir grandes necesidades de agua caliente. Con la característica de poder suministrar el agua caliente con mínimos problemas de precipitados, ya que su diseño de tubos de humo verticales con desviadores, los conducen a la bota de lodos. Cuenta con válvulas de desfogue, hogar con superficie de transmisión de calor

Prólogo

Este Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento ayuda a las personas interesadas para que operen y cuiden correctamente la caldera y sus accesorios. Se proporciona como una guía para el correcto funcionamiento y mantenimiento de su caldera **PIMMSA**, y debe permanecer a disposición del personal responsable de la operación de la caldera.

Estas instrucciones no deben ser consideradas como un reglamento absoluto para el cuidado y operación del equipo, ni deben sustituir los códigos o normas que pueden ser aplicables.

ampliada enfriado por agua, y piso protegido con materiales refractarios.

El equipo calienta el agua al paso, además de contar con un depósito integral de agua por lo que no se requieren depósitos adicionales para agua.

Principales BENEFICIOS:

- **Versátil.** Por su diseño vertical de tubos de humo en un solo paso y hogar enfriado por agua.
- **Automática y Segura.** Con un tablero de control integrado con sistemas de protección, arrancadores magnéticos, focos pilotos y alarma para facilitar su operación.
- **Compacta.** Unidad completa diseñada, construida y probada minuciosamente antes de embarque.

Lea cuidadosamente su contenido. Su caldera le será muy útil y operará continuamente si sigue las instrucciones para su operación y mantenimiento.

Los requerimientos e instrucciones contenidas en el presente documento se refieren exclusivamente a los requisitos de las calderas **PIMMSA**® Modelo CPV-AG.

Con la finalidad de instalar correctamente su caldera tipo paquete aconsejamos LEER EN SU TOTALIDAD el presente instructivo. No debe poner a trabajar el equipo sin haber entendido perfectamente el funcionamiento y operación de todo el equipo y sus componentes.

Las características de *automático* no le quitan ninguna responsabilidad al operador, solamente lo eximen de tener que efectuar algunas tareas rutinarias y le dan así más tiempo para dedicarse al correcto cuidado de su caldera.

Las calderas **PIMMSA®** emplean dispositivos de seguridad eléctricos y mecánicos para hacer la caldera automática; esos dispositivos requieren mantenimiento sistemático y periódico.

Existe una gran variedad de controles eléctricos y dispositivos de seguridad que varían considerablemente de una caldera a otra. Este manual contiene típicos diagramas de alambrado y secuencia eléctrica de operación con el propósito de ayudar al operador a entender cómo funciona una caldera básica.

Todos los controles normalmente funcionarán por largos períodos. Pero hemos encontrado que algunos operadores no efectúan pruebas diarias y mensuales, pues creen que un funcionamiento normal ha de continuar indefinidamente. Un mal funcionamiento de los controles produce una operación antieconómica y posibles daños a la caldera. En la mayoría de los casos puede atribuirse directamente a falta de atención y deficiencia en las pruebas de mantenimiento.

La mayoría de los daños graves de las calderas son causados por falla de los controles de bajo nivel del agua. Quisiéramos hacer incapié en la necesidad de efectuar pruebas completas y practicar un buen mantenimiento con estos y otros controles.

La condición de las partes que tocan el agua en su caldera está muy relacionada con el buen funcionamiento de los controles de bajo nivel de agua. Haga periódicamente observaciones detalladas para verificar que no existan incrustaciones, sedimentos, fango, picaduras o corrosión en el interior del equipo. Al tiempo de la inspección remueva todos los tapones en las uniones del alimentador de agua y saque todas las materias extrañas.

En caso de existir incrustaciones gruesas o sedimentos, indica que hay necesidad de tratar el agua de alimentación. Debe consultar una empresa de prestigio para este servicio.

Antes de su embarque nuestros equipos son sometidos a los siguientes exámenes con el propósito de asegurarle al cliente los más altos estándares de fabricación:

- Inspección de la materia prima.
- Inspección de los cordones de soldadura.
- Prueba hidrostática del equipo.
- Inspección y prueba de los componentes eléctricos.
- Pruebas de funcionamiento.

- Inspección de embarque.

Debe asegurarse que durante el transporte y maniobras de su equipo no se golpee la lámina de acero inoxidable, ya que puede sufrir abolladuras que pudieran, o no, causar daño interno a la caldera. Ponga especial atención en los controles y accesorios ya que pueden sufrir daños o averías.

El usuario debe examinar que la caldera no muestre daños causados por las maniobras. Es responsabilidad del instalador asegurarse de que todas las piezas suministradas con la caldera se monten adecuadamente.

Le agradecemos esta oportunidad de servirlo al adquirir una caldera **PIMMSA®**. Usted puede contar en todo momento con el apoyo de nuestro departamento técnico y con una existencia constante de refacciones.

NOTA

La instalación de la caldera debe ser llevada a cabo por personal competente, de acuerdo a las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Todos los códigos estatales y jurisdiccionales deben seguirse en todos los casos. Consulte las normas locales antes de instalar su equipo.

ADVERTENCIA

Una caldera defectuosa puede causar daños a los usuarios o su entorno, por lo que se recomienda no utilizar la caldera si ésta presenta algún defecto, alteración o si falta alguno de sus componentes. Asegúrese de seguir todos los procedimientos de instalación y/o mantenimiento antes de encender la caldera. No intente realizar reparaciones o trabajos de mantenimiento que no entienda. Si tiene dudas comuníquese con su proveedor o directamente con el fabricante.

ADVERTENCIA

Operar la caldera por encima de sus límites de diseño puede dañar el equipo y constituye un riesgo. Por ninguna razón opere su caldera fuera de los límites especificados en la placa de construcción. No intente incrementar los parámetros de desempeño por medio de modificaciones no autorizadas. Las modificaciones sin aprobación pueden causar lesiones y severos daños. El fabricante se deslinda de toda responsabilidad por la operación del equipo fuera de los parámetros especificados en la placa de construcción. Contacte a su distribuidor antes de realizar cualquier modificación.

ADVERTENCIA: SI EL CONTENIDO DE ESTE MANUAL NO SE SIGUE ESTRICTAMENTE PUEDE EXISTIR EL RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN QUE CAUSE DAÑOS MATERIALES, LESIONES O INCLUSO LA MUERTE.

-
- No almacene ni utilice gasolina u otros líquidos inflamables en las cercanías de este equipo.
 - QUE HACER SI HUELE A GAS:
 - No encienda ningún aparato eléctrico.
 - No toque ningún interruptor eléctrico, ni utilice el teléfono cerca de la instalación.
 - Llame inmediatamente a su proveedor de Gas desde algún teléfono vecino y siga las instrucciones.
 - Si no puede comunicarse con su proveedor de Gas llame a los bomberos.

La instalación y mantenimiento de la línea de gas deben ser realizados por un instalador calificado o directamente por su proveedor de gas.

Contenido

Características y Accesorios	7
Elementos	
Instalación	9
Colocación	
Ventilación	
Instalación Hidráulica	
Salida de gases de combustión	
Agua de alimentación	
Purgas de la caldera	
Instalación eléctrica	
Suministro de gas	
Operación	11
Arranque inicial	
Encendido diario	
Mantenimiento	13
Mantenimiento Semanal	
Mantenimiento Mensual	
Mantenimiento Semestral	
Fallas y Ajustes	15
Encendido general	
Fugas	
Nivel de agua	
Control de Temperatura	
Válvula de Seguridad	
Control de Nivel de Agua	
Diagrama Eléctrico del Tablero de Control	19
Carnet de Mantenimiento y Conservación	21
Notas	23
Garantía	25

Características y Accesorios

La caldera de agua caliente **PIMMSA® Modelo CPV-AG** es un generador convencional pirotubular, tipo paquete, diseñado y construido de acuerdo al código ASME sección I, con placas de acero al carbono A 285-C o A516-70 y tubos flux ASTM 178 especial para recipientes sujetos a presión, para garantizar una alta eficiencia y confiabilidad en su funcionamiento. Además de estar fabricadas para facilitar su instalación, operación y mantenimiento.

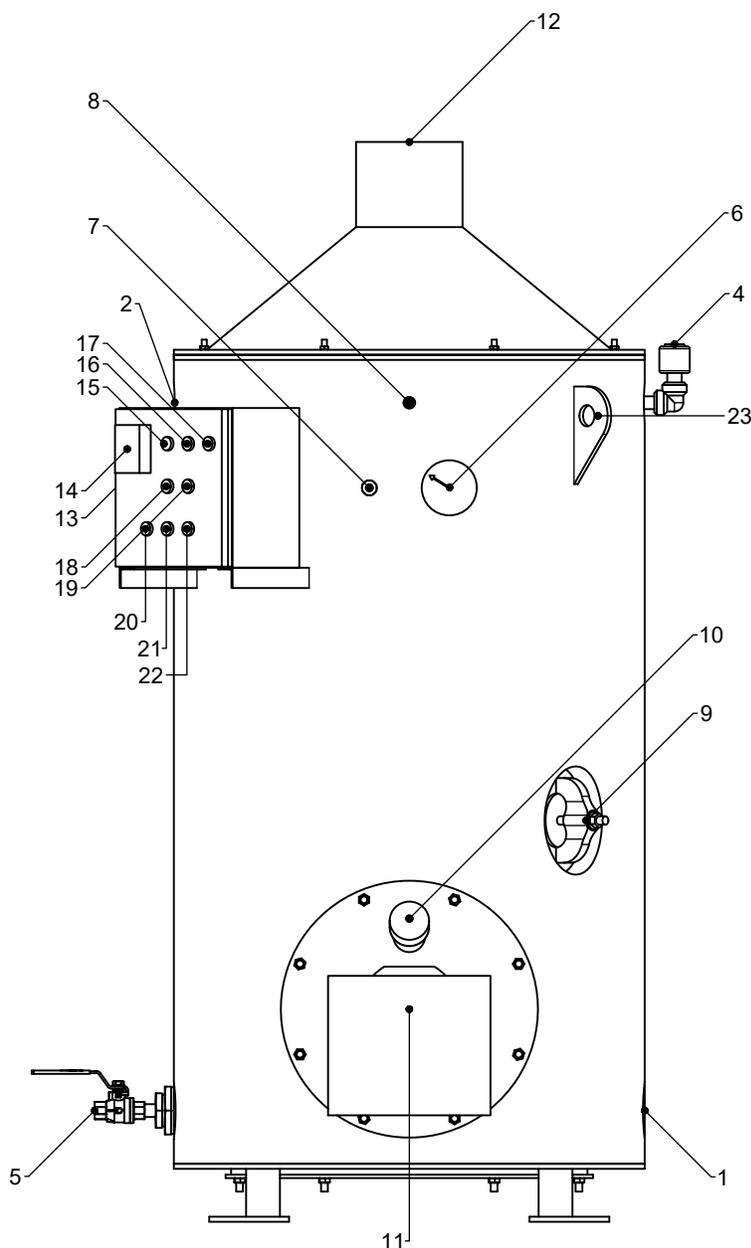
Para instalarse en posición vertical. La combustión se efectúa en la parte inferior u hogar, y los gases calientes efectúan un recorrido a través de los tubos flux de la caldera hacia la parte superior. La descarga de los gases

de combustión se realiza por un ducto en la parte superior en la caldera.

El equipo está diseñado para trabajar a una presión máxima de 7.0 kg/cm^2 . El cuerpo va aislado térmicamente con fibra de vidrio y protegido con lamina de acero inoxidable calibre 22.

La alimentación de gas al quemador de la caldera es a baja presión. Para gas LP la presión es de 28.0 a 33.0 grs/cm^2 ; y para gas natural es de 18.0 a 22.0 grs/cm^2 .

La alimentación de corriente eléctrica es: $220\text{v} / 2\text{f} / 1$ tierra física.



Elementos

1) ENTRADA DE AGUA

2) SALIDA DE AGUA CALIENTE

3)

4) VÁLVULA DE ALIVIO

Dispositivo de seguridad, el cual desfoga la sobre presión que se pudiera generar dentro de la caldera durante su funcionamiento. La válvula de alivio está calibrada a 7 Kgs/cm².

5) PURGA DE FONDO

Válvula de esfera permite drenar los sólidos del agua que se depositan en el fondo de la caldera.

6) TERMÓMETRO BIMETÁLICO

Carátula de 13 mm rango de 0 a 150° C. indica la temperatura del agua en el interior de la caldera.

7) SENSOR DEL AQUOSTATO

8) ELECTRONIVEL

9) REGISTRO DE MANO

10) MIRILLA DE FLAMA

11) QUEMADOR

La marca y modelo dependen de la capacidad de la caldera. Tipo cañón de tiro forzado, con motor eléctrico, ventilador, programador de encendido con seguro contra falla de flama y restablecedor. Con cabeza de combustión o esprea calibrada, temporizador para encendido secuencial, piloto de seguridad automático, transformador de ignición, electrodos, válvula solenoide y demás accesorios necesarios para su funcionamiento. El quemador opera a baja presión de gas, la alimentación de gas LP en baja presión debe ser de 28.0 A 33.0 g/cm² (6.4 A 7.5 oz/in²) y la presión de gas NATURAL en baja presión es de 18.0 A 22.0g/cm² (4.1 A 5.0 oz/in²).

12) SALIDA DE GASES DE COMBUSTIÓN

13) TABLERO DE CONTROL

14) CONTROL DE TEMPERATURA O AQUASTATO

Para configurar la temperatura que se requiere en los servicios de agua caliente.

15) FOCO PILOTO DE “DEMANDA SATISFECHA”

16) FOCO PILOTO DE “FALLA DE FLAMA”

17) ALARMA POR BAJO NIVEL DE AGUA

18) INTERRUPTOR DE BOMBA: MANUAL / APAGADO / AUTOMÁTICO

19) FOCO PILOTO DE “BOMBA DE AGUA ENCENDIDA”

20) FOCO PILOTO DE “SUMINISTRO DE ENERGÍA”

21) INTERRUPTOR DEL QUEMADOR: ENCENDIDO / APAGADO

22) FOCO PILOTO DE “QUEMADOR ENCENDIDO”

23) OREJA DE IZAJE

Instalación

Colocación

El cuarto de máquinas donde se instale la caldera debe permitir el acceso fácil y seguro a todas las partes de la caldera con fines operativos y de mantenimiento.

Las dimensiones recomendadas de espacio mínimo requerido alrededor de la caldera son las siguientes:

Modelo	Frente	Atrás	Derecha	Izquierda
CPV-3	1200	800	800	800
CPV-5	1200	800	800	800
CPV-7.5	1200	800	800	800
CPV-10	1500	1000	1000	1000
CPV-15	1500	1000	1000	1000
CPV-20	1500	1000	1000	1000

*Acotaciones en milímetros

Ventilación

Es necesario suministrar suficiente aire limpio y fresco que no contamine la atmosfera del cuarto de máquinas, con la finalidad de operar de forma segura y eficiente su caldera.

Instalación Hidráulica

La caldera tiene cuatro conexiones vista de frente: dos en la parte superior y dos en la parte inferior.

Cualquiera de las localizadas en la parte superior son salidas de agua caliente; mientras que las de la parte inferior son de alimentación de agua fría. Además cuenta con una válvula de paso rápido para la purga de lodos al drenaje y una válvula de alivio.

Si se utiliza la conexión superior derecha para la salida del agua caliente, se debe colocar la válvula de alivio en la conexión sobrante. Es conveniente que la entrada de agua fría en este caso se tome de la parte inferior izquierda, para que el agua circule de forma cruzada. O viceversa, si se utiliza la conexión superior izquierda para la salida de agua caliente, se debe instalar la entrada de agua fría en la conexión inferior derecha.

Para instalar la entrada de agua fría se debe colocar una tuerca unión y una válvula de seccionamiento (ver *diagrama anexo*).

La conexión inferior sobrante (la opuesta a la entrada de agua fría) se utiliza para instalar la purga de fondos.

Salida de gases de combustión

El ducto de salida de gases quemados debe quedar libre. No se considera del tipo forzado, por lo que se recomienda que el área de salida no lleve grandes tramos horizontales, así como evitar numerosos codos en la chimenea.

Para la instalación de una chimenea tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se recomienda instalar un tramo de chimenea vertical de 50 a 60 cms a la salida de la caldera antes de algún codo.
- El diámetro de tubo debe ser igual o mayor que la salida de humos de la caldera. Una reducción en el diámetro del tubo provocará resistencia adicional que podría tener un efecto adverso en la combustión.
- Evite instalar codos de 90° y rectas horizontales. En todo caso, utilice codos a 45°, mientras que los tramos de tubo horizontal deben tener una pendiente ascendente de 15° como mínimo, para evitar la acumulación de condensados que puedan ocasionar corrosión.

Agua de Alimentación

PRECAUCIÓN

Usar agua de alimentación que no esté previamente tratada puede causar daños prematuros por oxidación a los tubos de la caldera.

La calidad del agua de alimentación afectará la vida y el rendimiento de su caldera. El agua se calienta a través de la transferencia de calor entre los tubos por los que pasa el fuego y el tanque que contiene el agua a calentar. Cabe señalar que los sólidos (ya sean disueltos o suspendidos) que entran por medio del agua de alimentación se concentran rápidamente en las áreas de transferencia de calor. Estos depósitos que se van formando restringen la transferencia, y por consiguiente elevan la temperatura media del metal. Como consecuencia se pueden corroer los tubos posiblemente hasta el punto de falla (perforaciones o picaduras).

Es recomendable consultar a un especialista en tratamiento de agua para que le sugiera el método adecuado para tratar el agua de alimentación de su caldera si el agua no cumple con los parámetros del agua potable.

Purgas de la caldera

La caldera está equipada con una válvula de purga, la cual debe conectarse al receptáculo de purgas.

Instalación Eléctrica

El diagrama de cableado eléctrico se encuentra en el interior del tablero de control de la caldera y al final de este manual.

Todo el sistema eléctrico ha sido alambrado y probado en fabrica. Solamente es necesario conectar la línea de

alimentación en su caja de conexiones, la cual deberá quedar debidamente protegida con un interruptor manual de fusibles o con un interruptor termomagnético (*ver diagrama eléctrico*).

El interruptor general debe ubicarse cerca de la caldera en un lugar accesible. Es preferible utilizar tubería tipo conduit para el cableado.

NOTA

Cualquier trabajo eléctrico debe ser realizado por un instalador calificado y capacitado en base a las regulaciones estatales y locales.

Suministro de gas

Los requerimientos de la presión de gas varían en función del tipo y capacidad del quemador. Compruebe que el tipo y presión del gas disponible en el sitio es el adecuado para el quemador instalado en su caldera.

Para minimizar la caída de presión elimine todas las curvas y codos innecesarios en la tubería entre el regulador y la entrada de gas del quemador.

Asegúrese de que la llave de gas sea del tamaño correcto y se encuentre instalada lo más cerca posible del quemador.

A lo largo de la línea de gas evite reducir el diámetro de la tubería.

Para la instalación utilice de preferencia tubería de cobre tipo "L". Al final de la línea instale una válvula de paso, un filtro para gas, un regulador de segunda etapa y un manómetro (*ver Guía Mecánica de Instalación*).

Realice las conexiones finales de la línea en tubería de cobre flexible.

Todas las tuberías de gas deben ser instaladas por personal competente, conforme a la normativa de gas aplicable.

Operación

Las siguientes instrucciones tienen la finalidad de ser una guía para el operador de la caldera y proporcionar información puntual y precisa para garantizar que el uso de la caldera se lleve a cabo de forma segura y con los menores riesgos posibles.

Arranque Inicial de la caldera

PRECAUCIÓN

Con el fin de garantizar su seguridad la puesta en marcha debe ser realizada por personal calificado.

Llenado inicial de agua

Llene la caldera hasta su nivel de operación siguiendo los siguientes pasos:

1. Asegúrese de que las siguientes válvulas se encuentren abiertas:
 - a. Válvula de alimentación de agua.
 - b. Válvula de salida de agua caliente.
2. Verifique que las siguientes válvulas estén cerradas:
 - a. Válvula de purgas de la caldera.
 - b. Válvula de alimentación de combustible.
3. Cerciórese de que el interruptor general y el del quemador se encuentren en la posición de "Apagado".
4. Una vez que el agua llegue a su nivel de operación (totalmente llena de agua) encienda el interruptor general. El control electrónico de nivel se satisface, se cierra el circuito del quemador, se apaga la alarma de bajo nivel.

Puesta en operación inicial

Para el encendido de la caldera es necesario tener cuidado de seguir los pasos siguientes, tal como se enumeran:

1. Alimentar y verificar que exista agua en la tubería de alimentación.
2. Abra la válvula de alimentación de gas al quemador.
3. Verifique que no exista ninguna fuga de gas en la instalación, tuberías y conexiones.
4. Purgue aire y basura de la línea abriendo la válvula de servicio intermitentemente para que descargue a través de la salida de purga del filtro, o bien, desconecte la tubería para efectuar esta descarga.

ADVERTENCIA

No haga descargas prolongadas. Coloque una estopa o franela para retener las partículas expulsadas. Ventile bien el lugar, y no permita la presencia de fuego o chispas de ninguna especie.

5. Verifique que la presión del gas sea la correcta:

- a. Gas LP en baja presión: de 28.0 a 33.0 g/cm² (6.4 a 7.5 oz/in²)
- b. Gas natural en baja presión: de 18.0 a 22.0 g/cm² (4.1 a 5.0 oz/in²)

6. Verifique que no esté obstruida la salida de gases de combustión de la caldera.
7. Verifique que se tenga la tensión eléctrica correcta.
8. Conecte el interruptor general en la posición de "Encendido".

Encendido del Quemador

9. Encienda interruptor del quemador.

Una vez hecho lo anterior, el ventilador del quemador se pone en marcha e inicia un pre-barrido durante aprox. 55 segundos para desalojar el aire o gases de la cámara de combustión de la caldera, sin que se produzca en este momento la apertura de las válvulas de Gas.

Posteriormente el control electrónico envía la señal al transformador de ignición por lo que se genera una chispa en el electrodo de encendido. Al detectar dicha chispa se envía una señal al conjunto de válvulas para que se permita el paso de gas al quemador y encienda la llama. La varilla de control de flama envía también una señal al control electrónico para que mantenga encendido o apagado dicho quemador.

La alimentación principal del gas es permitido por la válvula multibloc de tal forma que el gas viaja a través de los tubos o conductos hasta la cabeza de combustión, donde se produce la flama principal, quedando de esta forma encendido el quemador.

Al momento de encendido comprobar visualmente a través del visor que la llama sea correcta, dosificar la cantidad de aire de combustión a través de la ventanilla de regulación, así permanecerá encendido el quemador hasta cuando el agua alcanza la temperatura regulada, con el aquastato calibrado de fábrica entre 32 a 122°F (0 a 50°C) se desconecta abriendo el circuito eléctrico por lo que el quemador se apaga. Al disminuir esta temperatura se repite el ciclo de encendido del quemador automáticamente.

PRECAUCIÓN

En caso de alguna anomalía en cuanto al ciclo de encendido o a la combustión del quemador, refiérase al capítulo "FALLAS Y AJUSTES".

NOTA

Una vez que la caldera comienza a incrementar su temperatura, puede producirse un goteo normal en el

forro, originado por la condensación del vapor que se forma en la combustión y el secado de las partes del refractario. Estos goteos desaparecen al incrementarse la temperatura de la caldera.

10. Corrija cualquier fuga que pudiera resultar en válvulas o conexiones.

Al concluir estas pruebas la caldera está lista para operar automáticamente.

PRECAUCIÓN

Antes de dejar la caldera en operación automática debe llevar a cabo las pruebas de funcionamiento diario para asegurarse de que todos los dispositivos de seguridad trabajan adecuadamente.

Encendido diario de la caldera

1. Conecte el interruptor general.
2. Abra la válvula de servicio de gas.
3. Encienda el interruptor del quemador en el tablero. El foco verde del tablero de control se encenderá indicando que el quemador opera normalmente.
4. No debe haber humo en la chimenea, ni exceso o falta de aire en la combustión.
5. Vigile que en ningún caso la temperatura del agua que marca el termómetro sea superior a la que se calibró en el control de temperatura.
6. Si nota alguna irregularidad repórtela al ingeniero encargado de mantenimiento o al supervisor para que se corrijan.

NOTA

Los problemas de funcionamiento más comunes vienen descritos en este instructivo en la sección “Fallas y Ajustes”.

Mantenimiento

Una caldera requiere mantenimiento constante para conservarse en condiciones óptimas de operación. Si se le da un mantenimiento periódico y sistemático al equipo tendrán una vida prolongada y le prestará un excelente servicio.

PRECAUCIÓN

Si detecta alguna falla durante los procedimientos de mantenimiento deje la caldera fuera de operación y consulte al fabricante.

NOTA

Es fundamental realizar periódicamente pruebas de dureza al agua de alimentación de la caldera, y verificar que se encuentre dentro de los parámetros de operación para garantizar que no se acumulen sales, formando sarro en los tubos de la misma. Estas pruebas aseguran que el tratamiento de agua que se aplica es eficaz.

Mantenimiento Semanal

1. Verifique que no existan fugas en la línea de gas.
2. Revise el funcionamiento y calibración de los reguladores de gas.
3. Verifique el buen funcionamiento del quemador de acuerdo al manual del quemador que corresponda.
4. Purgue la caldera del fondo por lo menos una vez cada 7 días de operación, abriendo la válvula de la descarga del fondo durante 3 a 5 segundos para expulsar los sedimentos acumulados en el interior de la caldera.
5. Realice limpieza exterior de la caldera con una franela húmeda y asee el lugar.

Mantenimiento mensual

1. Compruebe que no haya fugas de agua en empaquetaduras y estoperos de las válvulas.
2. Compruebe que no haya fugas en las válvulas y conexiones de todo el sistema.
3. Compruebe el funcionamiento del sistema que apaga el quemador por bajo nivel de agua y hace sonar la alarma.
4. Realice además los puntos de mantenimiento semanal.

Mantenimiento Semestral

PRECAUCIÓN

La caldera debe estar completamente fría para llevar a cabo los siguientes procedimientos.

1. Asegúrese de que las siguientes válvulas estén cerradas:
 - a. Válvula de salida de agua caliente.

- b. Válvula de entrada de agua fría.
- c. Válvulas de alimentación de combustible.

2. Verifique que el suministro de energía eléctrica esté apagado.

ADVERTENCIA

Algunas piezas de la caldera pueden retener calor por mucho tiempo después de haberla apagado. Utilice siempre ropa de protección y tenga precaución extrema.

3. Vacíe la caldera a través de la válvula de purga. Será necesario permitir la entrada de aire por alguna válvula o puerto.
 4. Abra los registros de mano para inspeccionar y lavar el interior de la caldera por el lado del agua. Se deberán cambiar los empaques para volver a cerrar.
 5. Inspeccione completamente las superficies internas de la caldera, prestando especial atención a la unión de los tubos con los espejos para detectar signos de picaduras. Los depósitos de lodos o sarro deben retirarse. Asegúrese de que no haya depósitos de lodos acumulados en el fondo de la caldera.
 6. Lave el interior de la caldera con agua a presión. Inspeccione el interior de la misma para verificar la existencia de incrustaciones. En caso necesario, aplicar desincrustante químico y luego enjuagar abundantemente.
 7. En caso de hollinamiento cepille fluses; esto indica carburación deficiente del quemador.
 8. Limpieza y ajuste de electroniveles.
 9. Prueba hidrostática a una presión igual a la de operación, para verificar que no existan fugas en tubos o soldaduras.
 10. Inspeccione el material refractario del hogar y repárelo si es necesario.
 11. Revise el estado en que se encuentran todas las válvulas de la caldera, reemplazando las que se requiera.
 12. Compruebe el funcionamiento de la válvula de seguridad o alivio.
 13. Limpieza general de partes del quemador de gas. Reemplazar partes desgastadas o requemadas, de acuerdo con el manual del quemador.
 14. Verifique que no estén obstruidas o tapadas la entrada de agua, ni la purga de la caldera.
-

15. Realice además los puntos de mantenimiento semanal y mensual.

NOTA

Dependiendo de las condiciones y tiempo de operación, el intervalo de este mantenimiento puede extenderse más allá de 6 mese. Es muy recomendable, sin embargo, que a partir de la primera puesta en marcha dicho intervalo se cumpla, con la finalidad de verificar el desgaste que pudiera estar teniendo la caldera, y así poder determinar un patrón aceptable de mantenimiento.

NOTA

Para una descripción más detallada de las tareas de mantenimiento de cada uno de los accesorios de la caldera refiérase al manual del fabricante.

NOTA

PIMMSA® recomienda solicitar el “Mantenimiento Mayor” a su caldera por lo menos una vez al año directamente con el fabricante o personal autorizado.

Fallas y Ajustes

En caso de tener algún problema con la operación de su caldera compruebe lo siguiente antes de llamar al Departamento de Servicios de PIMMSA®:

- a. Válvulas de suministro de gas a lo largo de la línea, abiertas.
- b. El tanque de combustible cuenta con nivel suficiente (mínimo al 25% de su capacidad).
- c. Válvulas de alimentación de agua de la caldera, abiertas.
- d. Válvulas de purga, cerradas.
- e. Asegúrese que los fusibles en la red eléctrica no están desconectados y/o fundidos.
- f. Asegúrese de que el nivel de agua en la caldera es el correcto.

Antes de contactar con el departamento de servicios tenga la siguiente información a la mano:

- a. Modelo y capacidad de la caldera.
- b. Número de serie del equipo.
- c. Modelo, marca y tipo de quemador instalado.

A continuación se enlistan los problemas más comunes presentes en la operación diaria de la caldera, así como los procedimientos que deberá seguir para detectar y/o corregir el desperfecto.

Si las soluciones que se presentan a continuación no arreglan el problema, llame a **PIMMSA®**.

Problema

Posible Causa

Solución

Encendido general

I) La caldera no enciende

Suministro de energía eléctrica

Verifique que las conexiones de la instalación se han hecho conforme a los diagramas eléctricos.

Asegúrese de que el suministro eléctrico entrega el voltaje y potencia requerido.

Compruebe que las conexiones no presentan falsos contactos.

Revise los fusibles y el interruptor eléctrico.

Suministro de gas

Asegúrese de que el tanque estacionario tiene combustible por lo menos a un 25% de su capacidad.

Compruebe la presión de gas en los reguladores.

Verifique que las válvulas de suministro estén abiertas.

En caso de que cuente con evaporador de gas, revise que se encuentra funcionando correctamente.

Bajo nivel de agua

Verifique que la caldera tenga nivel suficiente de agua.

Revisar que los electrodos de nivel no estén sucios.

Mala conexión o falso contacto en algún cable.

Revise las conexiones de todos los componentes.

Revise que la válvula de purga esté cerrada.

Fugas

II) Fugas en las conexiones

Conexiones mal apretadas	Cambie la cinta teflón y apriete la conexión lo suficiente para corregir la fuga
Conexión dañada o rota	Reemplace la conexión por una nueva.

III) Fugas en la purga

Asientos de la válvula sucios	Límpielos de cualquier suciedad que obstruya el cierre.
Asientos de la válvula desgastados	Si los asientos son de teflón, cambie el asiento. Si las válvulas ya no asientan, reemplácelas.

IV) Fugas en los estoperos

Empaques desgastados y/o dañados	Apriete un poco para tratar de sellar. Cámbielos por nuevos empaques de cordón grafitado (sin presión en la caldera).
----------------------------------	--

Nivel de agua

V) Bajo nivel de agua y el quemador continúa encendido

Falla del sistema de protección contra bajo nivel de agua	Apague el quemador, cierre las válvulas de entrada de agua a la caldera y déjela enfriar lentamente. NO INYECTE AGUA A LA CALDERA EN ESE MOMENTO. Una vez fría, valore posibles daños en tubos flus y repórtelos. Si no los hay, localice y repare la falla.
---	---

Control de Temperatura

VI) La temperatura en el termómetro es mayor que la programada en el control

Termómetro defectuoso o dañado	Reemplácelo.
Control de temperatura dañado	Sustituya el control por uno nuevo.
Sensor de temperatura dañado	Sustitúyalo
Cortocircuito en el alambrado	Corrija la falla.
El control de temperatura desconecta, pero la válvula solenoide de gas no cierra.	Cierre la válvula de servicio de gas, revise la válvula solenoide y remedie el desperfecto.

VII) El agua de la caldera no incrementa su temperatura

Problema con el suministro de gas	Revise que la presión del suministro de gas sea la adecuada
Termostato descalibrado	Verifique el "Set point" en su controlador de temperatura. (Vea el manual del controlador)

Válvula de seguridad

VIII) La válvula de seguridad se dispara

Válvula de seguridad descalibrada

Verifique la calibración, y recalibre en caso de ser necesario.

Válvulas de entrada y salida de agua de la caldera cerradas

Verifique que permanezcan siempre abiertas las válvulas de entrada y salida de agua de la caldera.

Control de Nivel de Agua

IX) La alarma se dispara aunque haya nivel de agua en la caldera

Falta de tierra en el sistema

Aterrice el neutro de la alimentación al tablero.

Falso contacto en las terminales de los electrodos

Ajuste las conexiones.

Daño en el control de nivel

Repárelo o cámbielo.

X) El nivel de agua se baja hasta vaciar la caldera, el quemador continúa trabajando y no se activa la alarma

ADVERTENCIA

¡CUIDADO! Esta es una situación riesgosa. Apague inmediatamente el quemador y evite que pueda entrar agua a la caldera. Valore primero la magnitud de la falla. Si existiera un sobrecalentamiento general avise de inmediato y permita que la caldera se vaya enfriando sola.

NO INYECTE AGUA POR NINGÚN MOTIVO.

Electroniveles sucios o flojos

Límpielos y ajústelos.

Cables en mal estado y/o haciendo tierra

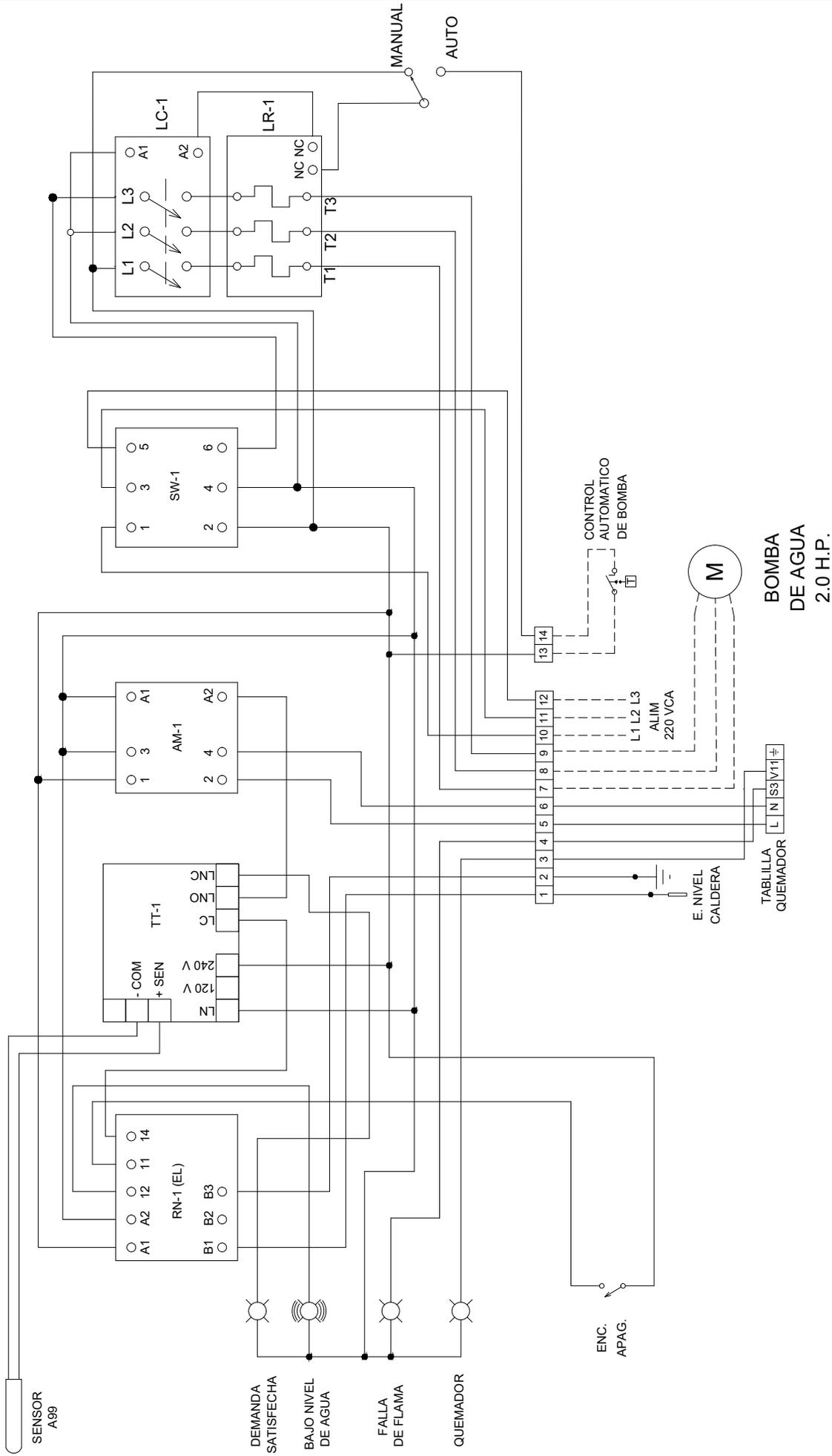
Cambie los cables.

Falla de control de nivel

Repárelo o cámbielo.

Quemador

Para Fallas y Ajustes del quemador refiérase al Manual del fabricante.



SIMBOLOGÍA

- SW-1 -INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO ABB S203 C63.
- TT-1 -TERMOSTATO JOHNSON CONTROLS A421.
- AM-1 -CONTACTOR SCHNIDER ELECTRIC LC1D12
- RN-1 -RELÉ FINDER 72.01.8.240.
- LC-1 -CONTACTOR SCHNIDER ELECTRIC LC1D12
- LR-1 -RELÉ PROT. TERMICA SCHNIDER ELECTRIC LRD12

- LÁMPARA PILOTO ZUMBADOR 230V.
- LÁMPARA PILOTO 230V.
- CABLEADO EN FÁBRICA.
- CABLEADO EN CAMPO.

**DIAGRAMA ELÉCTRICO
CALDERA MODELO
CPVPA-10G-AC
QUEMADOR RIELLO 40GS10**

Versión: DE_CPVPA-10G-AC_ECF_01

Carnet de Mantenimiento y Conservación

Las páginas siguientes están destinadas para llevar el control del Mantenimiento Preventivo que se realiza a su equipo.

Haga que le completen las casillas de "Próxima Revisión" en función de sus condiciones de utilización por el profesional de mantenimiento que haya elegido.

PIMMSA® recomienda que, al menos una vez al año, las revisiones y trabajos de mantenimiento se lleven a cabo por el fabricante o por un servicio técnico autorizado.

Le aconsejamos conservar los reportes de servicio referentes a los trabajos de mantenimiento y/o reparación de su equipo.

Mantenimiento 1

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 3

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 2

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 4

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 5

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima
Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 7

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima
Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 9

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima
Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 6

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima
Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 8

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima
Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Mantenimiento 10

Empresa: _____

Fecha: _____

Próxima
Revisión: _____ / _____ / _____

Realizó: _____

Nombre, Firma y Sello

Notas

Garantía Limitada de 1 año

Antes de poner en funcionamiento la caldera, sugerimos consultar el manual de instrucciones.

Para hacer uso de ésta garantía es imprescindible la presentación de la factura de compra (original o copia) y la Ficha de Puesta en Operación del presente Manual con los datos debidamente conformados por el personal técnico autorizado por **PIMMSA®**.

Proyectos Industriales y Mantenimiento de Morelia, S.A. de C.V. garantiza por 12 meses a partir de la fecha de la puesta en marcha por el personal técnico autorizado por **PIMMSA®**, o un máximo de 18 meses a partir de la fecha de compra (lo que ocurra primero); el funcionamiento de éste equipo contra cualquier defecto en los materiales y mano de obra empleados para su fabricación.

Nuestra garantía incluye la reparación, reposición o cambio de las partes y/o componentes, incluyendo la mano de obra, sin costo para el cliente.

La revisión de la caldera se realizará en el lugar donde se encuentre instalada, siempre y cuando se localice dentro del radio de acción del servicio técnico fijado en 40 km. En caso de localizarse fuera de dicho radio, los gastos por concepto de transporte y viáticos serán cubiertos por el cliente. De no ser posible su reparación en el lugar, la misma deberá ser enviada al servicio autorizado más próximo con cargo al cliente.

Las eventuales sustituciones o reparaciones de partes de la caldera no modifican la fecha de vencimiento de la presente garantía.

Las partes y componentes sustituidos en garantía quedarán en propiedad del fabricante.

En ningún caso **PIMMSA®** será responsable por daños directos o indirectos que pueda ocasionar el equipo a causa de un mal funcionamiento.

Proyectos Industriales y Mantenimiento de Morelia, S.A. de C.V. se compromete a brindar el servicio al que hace referencia esta garantía, en un plazo no mayor a 10 días hábiles contados a partir de la fecha de solicitud del servicio. No reasumirá responsabilidad alguna en caso de demora del servicio por causas de fuerza mayor.

Están excluidos de la presente garantía:

Las partes averiadas por transporte; por errores de instalación; por insuficiencia de caudal o anormalidad de las instalaciones hidráulicas, eléctricas y de distribución de combustible; por incorrecto tratamiento del agua de alimentación; por corrosiones causadas por condensación, o bien, agresividad del agua; por

tratamientos desincrustantes incorrectamente empleados; por mantenimiento inadecuado; por negligencia de uso; por congelamiento del agua de la instalación; por falta de agua; por intromisión de personal no autorizado; o aquellas partes sujetas a desgaste normal como pueden ser: focos indicadores, perillas de control, alarmas, etc. por causas no dependientes a **PIMMSA®**.

Esta garantía no será válida bajo las siguientes condiciones:

- Cuando la Ficha de Puesta en Operación o la factura muestren signos de haber sido alteradas en los datos originales.
- Cuando el uso, cuidado y operación del equipo no haya sido de acuerdo con las instrucciones contenidas en el instructivo de Operación y a las reglamentaciones y leyes en vigencia.
- Cuando el producto haya sido usado fuera de su capacidad, maltratado, golpeado, expuesto a la humedad o a algún líquido o sustancia corrosiva, así como por cualquiera otra falla atribuible al usuario.
- Cuando el producto haya sido desarmado, modificado o reparado por personas no autorizadas.
- Cuando el equipo no se encuentre abonado en su totalidad, o no esté al corriente de sus pagos, y/o el cliente presente un adeudo con **Proyectos Industriales y Mantenimiento de Morelia, S.A. de C.V.**

Responsabilidad:

El personal autorizado de **PIMMSA®** interviene sólo a título de asistencia técnica en relación con el usuario; el "instalador" es el responsable de las instalaciones que deberán respetar las prescripciones técnicas indicadas en el Manual de Instalación y Uso del Equipo, así como en los Diagramas y Guías mecánicas que lo acompañan.

Ninguna otra garantía verbal o escrita diferente a la aquí expresada será reconocida por **Proyectos Industriales y Mantenimiento de Morelia, S.A. de C.V.**

Para la interpretación y cumplimiento de éste convenio, las partes se someten expresamente a la jurisdicción de los tribunales competentes de la Ciudad de Morelia, Michoacán, México, renunciando a cualquier otro que pudiese corresponderles por la situación de su domicilio presente o futuro.

Proyectos Industriales y Mantenimiento de Morelia, S.A. de C.V.



DOMICILIO DE PRESONA MORAL,
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y
110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP



**Proyectos Industriales y Mantenimiento de
Morelia, S.A. de C.V.**

**NOMBRE Y FIRMA DE PERSONA FÍSICA, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y
110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Poste de descarga “PDIV-R03”.



Índice.

- 1. Ficha técnica.**
- 2. Manual de operación.**
- 3. Plano constructivo y números de serie.**
 - 3.1 Certificados de calidad.**
- 4. Prueba de hermeticidad.**
 - 4.1 Certificado de calibración.**
 - 4.2 Grafica Presión - Temperatura**

Poste de descarga “PDIV-R03”.

Ficha técnica.



Antes de operar el equipo es necesario leer el presente manual, esto reducirá el riesgo de accidentes así como el mal uso del poste de descarga.

Contenido.

1.- Elementos que conforman el poste de descarga.	3
1.1- Manguera de descarga.	4
1.2- Pico de carga.	5
1.3- Válvula Break-Away.	5
1.4- Válvula de entrada.	6
1.5- Manómetros.	6
1.6- Línea de desfogue.	7
2.- Línea de suministro de alta presión.	8
3.- Estructura de poste de descarga	8
4.- Dimensiones.	9
5.- Cimentación.	10
6- Diagrama de tubería e instrumentación.	12
7.- Antes de operar.	13
8.- Mantenimiento.	13

1.- Elementos que conforman el poste de descarga.

El poste de descarga es un elemento primordial en el equipamiento de una estación de descompresión y de compresión, ya que por medio de este se conectan los módulos de transporte de GNC al equipo que el cliente decida, el conocimiento de los elementos que le conforman y su correcta operación son el pilar de un suministro constante y seguro al cliente.

3

A continuación, se presenta un desglose de los elementos que conforman al poste de descarga y su función en el equipo, esta redacción tiene la finalidad de servir como un primer acercamiento del equipo al operador, también se anexa el procedimiento recomendado por la empresa para operarlo correctamente, abarcando también los pasos sugeridos para la maniobra de cambio de modulo.

El poste de descarga cuenta con 6 elementos básicos que en conjunto conducen de manera efectiva y segura del gas comprimido a la estación de regulación y medición.

- ✓ Manguera de descarga.
- ✓ Pico de carga.
- ✓ Válvula break away.
- ✓ Válvula de entrada.
- ✓ Manómetro.
- ✓ Línea de desfogue.

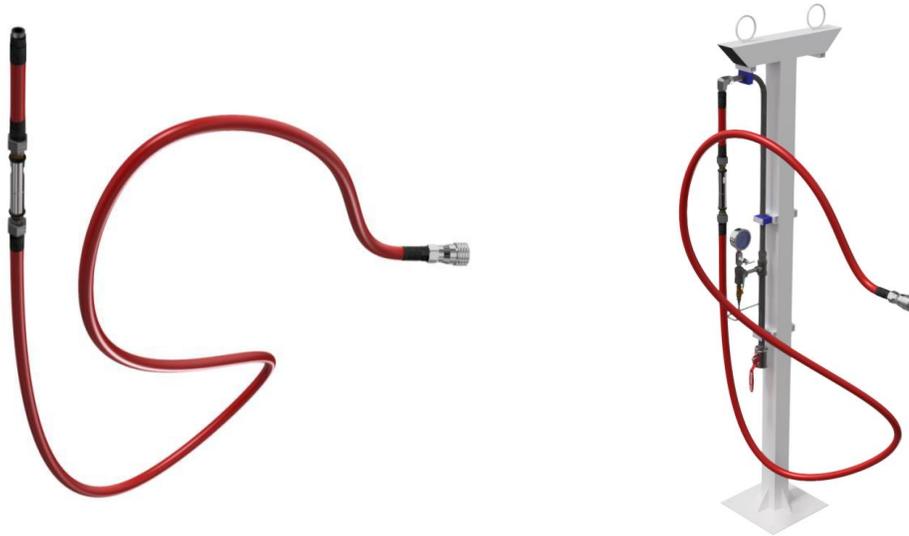


1.1- Manguera de descarga.

En 1" de diámetro con extremos macho de 1" NPT, dos mangueras en su única línea una de 5m de longitud y una segunda de 30cm de longitud unidas por medio de una válvula break-Away.

El modelo "Simple" STAR – 03 2020, está equipado con mangueras multicapa de conexión rápida diseñadas para una presión de trabajo de 5000 psi, lo cual nos permite una operación segura en la maniobra de descarga, si las condiciones de consumo lo demandan este modelo permite la adaptación de una segunda línea de suministro sin la necesidad de una modificación en la estructura del equipo.

4



1.2- Pico de carga.

En acero inoxidable (conexión rápida), conexión a instrumento de 1", conexión a proceso de 1" NPT hembra.

Elemento que se emplea para conectar el módulo a la manguera del poste de descarga.



5

1.3- Válvula Break-Away.



Dispositivo de ruptura y corte de flujo, en caso de que exista una fuerza de tracción en la manguera de 5m.

Como medida de seguridad y siguiendo la norma oficial mexicana (NOM 010 SECRE). que regula entre otros aspectos las condiciones de seguridad básicas en las estaciones de descompresión y compresión, el modelo "Simple" STAR – 03 2020 cuenta con una "Válvula break away" conectada a la manguera de descarga de su única vía, la función de esta válvula radica en evitar fugas por no desconectar la manguera de descarga, es decir que si el maniobrista del módulo no desconecta la manguera y tira de ella, en este caso esta válvula se secciona en dos partes y sellara en ambas direcciones evitando fugas, este accesorio está fabricado en acero inoxidable y diseñado para una presión de 4300 psi.

1.4- Válvula de entrada.

En 1" de diámetro, trabaja a presiones hasta de 6000 psi, en fabricaciones especiales esta puede ser el último elemento del poste, terminando así en 1" NPT hembra

Con ayuda de esta válvula se cierra y abre el suministro de gas a la estación, este modelo cuenta con una sola válvula de entrada tipo "bola" que se acciona manualmente, la válvula está fabricada en acero inoxidable y diseñadas para alta presión (6000 psi), el poste cuenta con un par de estas válvulas.



6

1.5- Manómetros

Con caratula de 4" para facilitar su lectura y rango de 0 a 560 kg/cm² y una segunda escala en psi con conexión inferior macho de 1/2" NPT

El modelo "Simple" STAR – 03 2020 está equipado con un manómetro análogo de la marca "DEWIT" con un rango de lectura máximo de 8000 psi que permite un monitoreo rápido de la presión de entrada del gas al sistema, para efectos de mantenimiento se instala una válvula de tipo "bola" para poder desmontar el manómetro. "La marca y modelo de los manómetros pueden variar por proyecto".



1.6- Línea de desfogue.

Este modelo cuenta con un solo desfogue para su única línea de suministro la línea de desfogue posee una válvula de tipo “bola” que permite abrir o cerrar esta vía, la línea esta identificada en color rojo y se encuentra a un lado de la válvula de entrada, siguiendo el diagrama de flujo, la línea de desfogue se encuentra antes que la válvula de suministro, esto permite la desconexión del módulo al descomprimir y drenar el gas alojado en la manguera de descarga.

Este elemento de seguridad cumple con la norma oficial mexicana (NOM 010 SECRE).

7



2.- Línea de suministro de alta presión.

El poste de descarga está conectado por medio de una conexión concéntrica a la línea de alta presión (identificada en color amarillo), normalmente esta línea de suministro es de un diámetro de entre 2 – 3 in, el poste se considera hasta esta conexión concéntrica,

8

Nota: la tubería empleada en el poste de descarga (exceptuando la línea de desfogue) está fabricada en acero inoxidable y de un diámetro de 1 in, los accesorios como lo son los codos y las "T" son fabricados en acero al carbono y diseñados para alta presión (6000 psi).

3.- Estructura de poste de descarga

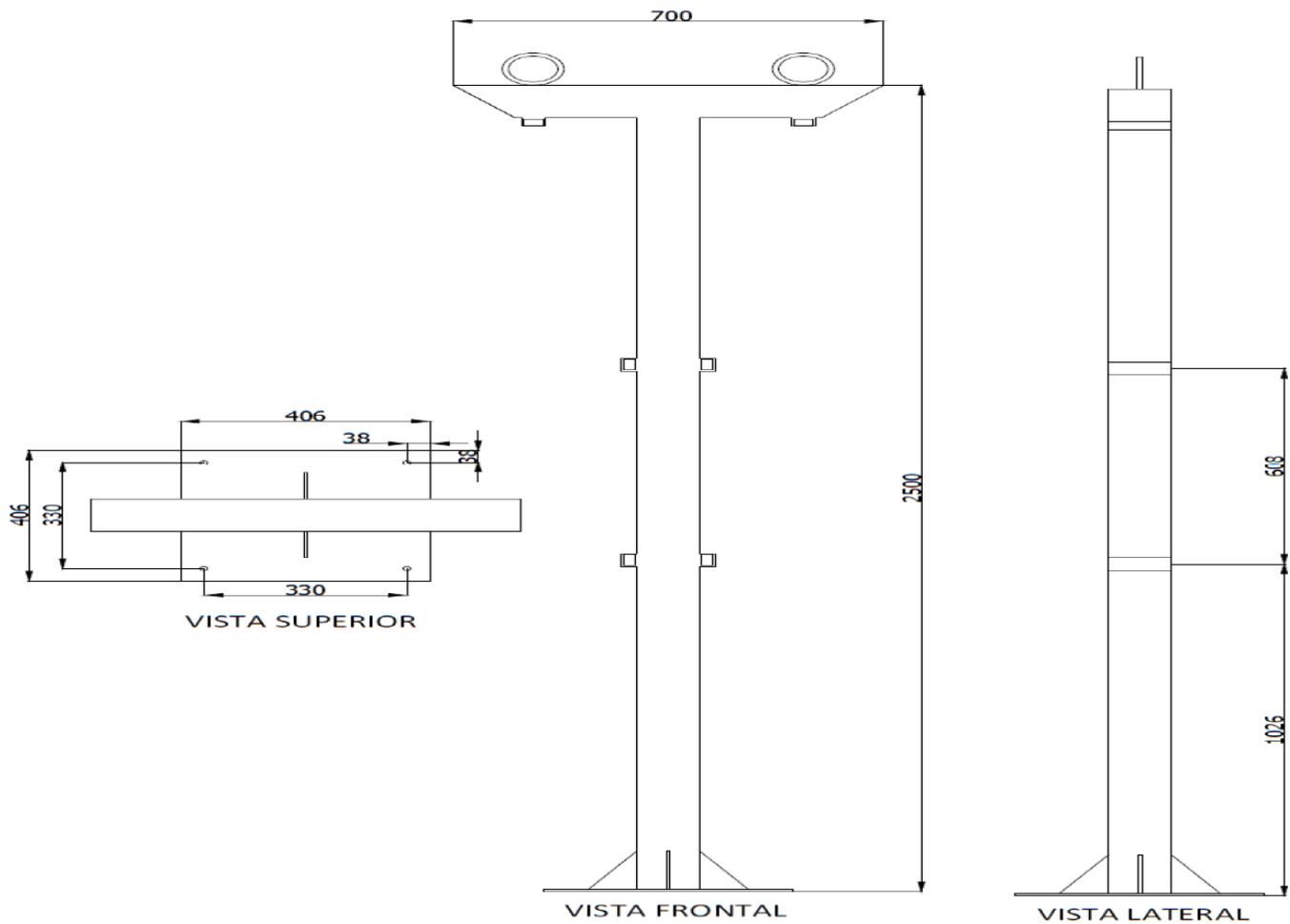
Fabricada en acero estructural, de perfil cuadrado de 4" calibre 9, de 2.5 m de alto y con recubrimiento color blanco (puede modificarse según el pedido del cliente).

Este modelo cuenta con un par de argollas de sujeción para colocar la manguera de suministro y evitar accidentes.

La estructura cuenta con una placa inferior para ser anclada al suelo brindando rigidez al sistema.

4.- Dimensiones.

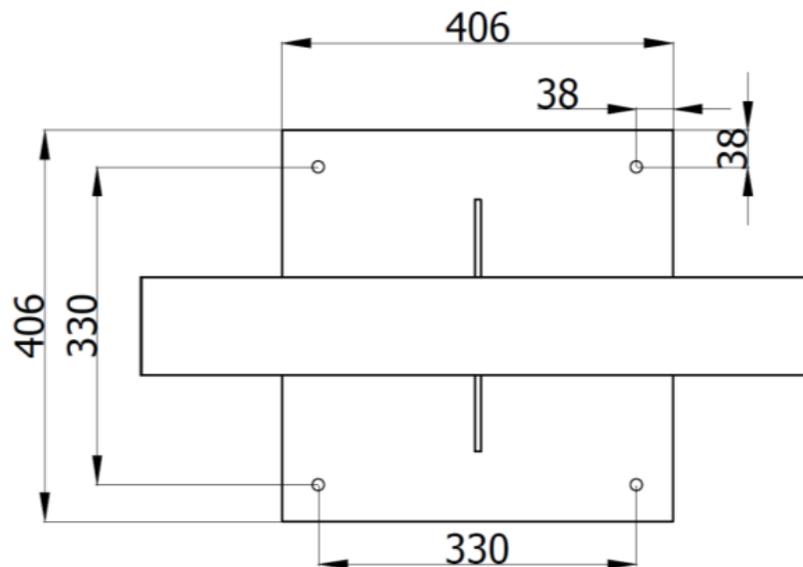
Los accesorios y tuberías están diseñados para no sobresalir de la estructura principal del poste de descarga.



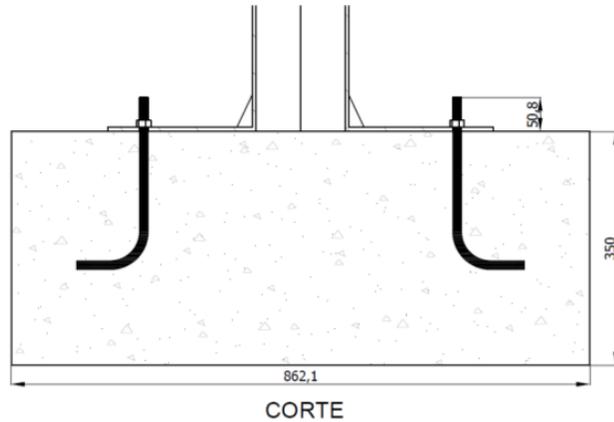
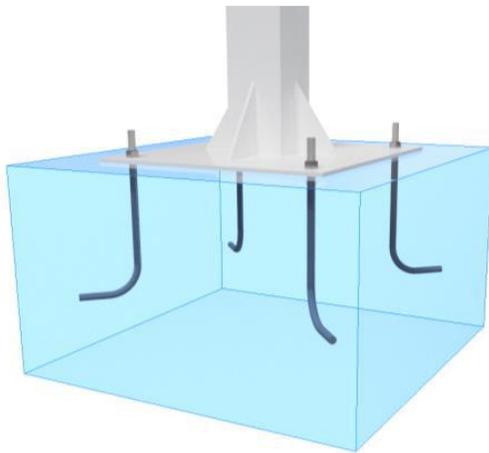
5.- Cimentación.

La placa base del poste es cuadrada y mide de lado 16" (cotas en el dibujo expresadas en mm), tiene 4 pernos en las esquinas, del centro de cada perno está a 1 1/2" de cada paño, cada perno tiene 1/2" de diámetro, en la siguiente imagen y muestra la vista superior del poste.

10

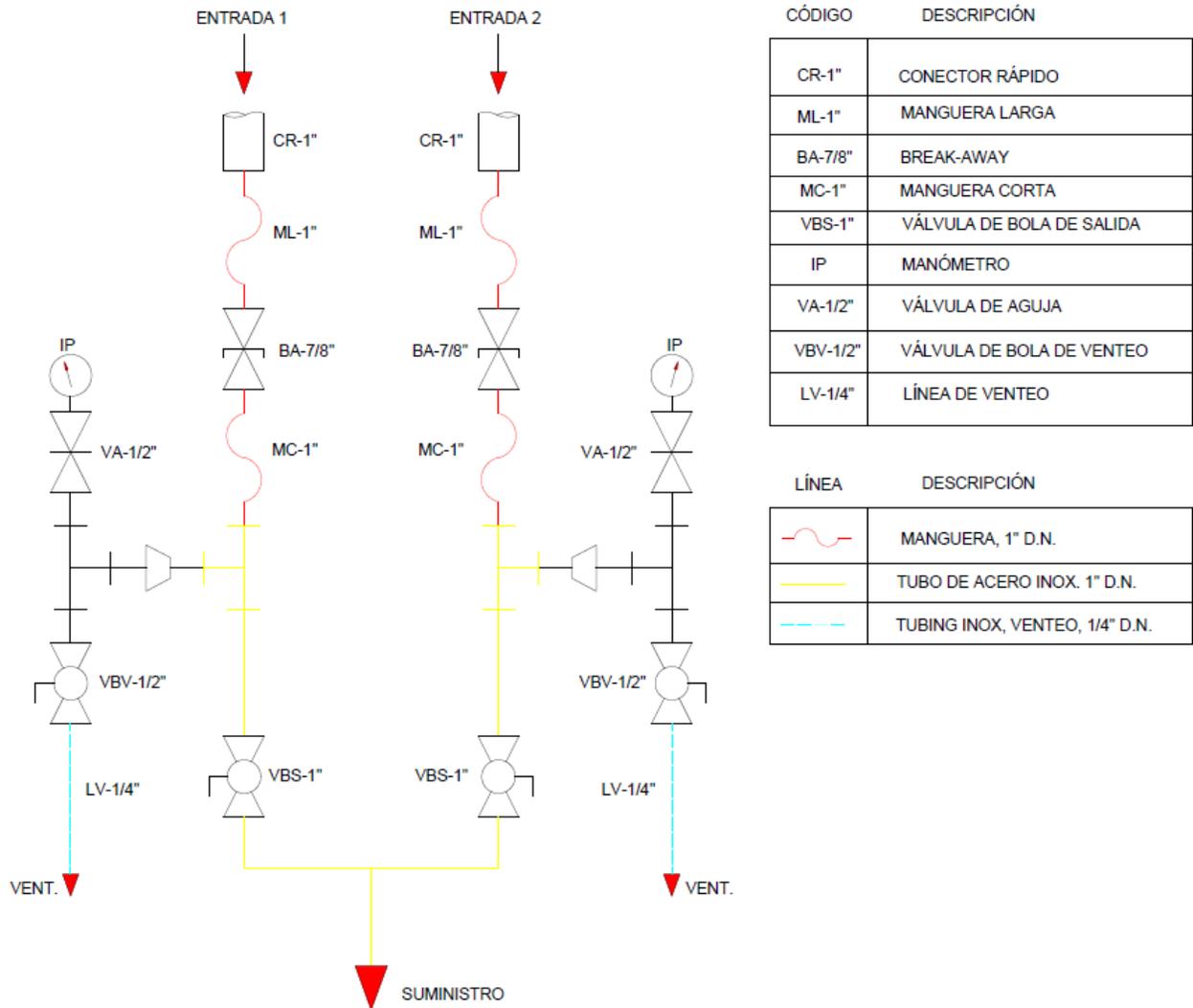


Se monta sobre un dado de concreto armado con 6 varillas del No. 4, y 3 estribos de alambrión, las medidas del dado son 24" x 24" x 13 3/4", dejando 15cm expuestos sobre el nivel del piso donde esta, las anclas son de 1/2" roscadas ahogadas en el dado y sobresalen 2" sobre el paño del dado.



Este equipo debe de ser armado, instalado y operado por personal técnico calificado que conozca las herramientas y los métodos que requieren los accesorios para ser instalados, el equipo de seguridad requerido como lo son botas, casco, guantes, lentes y chaleco son obligatorios.

6- Diagrama de tubería e instrumentación.



El modelo "Simple" STAR – 03 2020, solo cuenta con una vía de suministro, (entrada 1), la instalación de los accesorios para habilitar la "entrada 2" es opcional.

7.- Antes de operar.

“Antes de poner en operación el poste de descarga será necesario realizar una prueba de hermeticidad al equipo”.

Ya hechas las pruebas de hermeticidad y corroborando que no se presenten fugas en las uniones roscadas el poste está listo para ser presurizado y puesto en operación, consulte el manual de operación del equipo antes de iniciar el suministro de gas.

13

8.- Mantenimiento.

Si bien el mantenimiento es mínimo el tiempo de vida de los componentes del poste depende de varios factores como los son, por ejemplo, la calidad del gas suministrado, las características ambientales donde se instale el equipo y el uso que se le dé.

- Los elementos sujetos a mas desgaste son las válvulas de paso, y las conexiones rápidas de las mangueras de suministro, por lo tanto, se recomienda una inspección de los sellos de dichos elementos por lo menos una vez al año, esto por medio de una prueba de hermeticidad.
- En cuanto a los manómetros, estos pueden tener una vida útil prolongada y no es recomendable realizar algún mantenimiento a los mismos, la recomendación en caso de falla es remplazarlos.

Cualquier intervención de reparación o mantenimiento debe hacerse en secciones sin presión, para esto purgue el poste por las vías señaladas anteriormente.

Poste de descarga “PDIV-R03”.

Manual de operación.



Antes de operar el equipo es necesario leer el presente manual, esto reducirá el riesgo de accidentes así como el mal uso del poste de descarga.

Contenido.

1.- Antes de empezar.....	3
2.- Inspeccion de elementos antes de realizar cambio de modulo.....	4
3.- Procedimiento para cambio de modulo.	5

1.- Antes de empezar.

- ✓ Previo a la maniobra de cambio de modulo es necesario la lectura de la "Ficha técnica" del poste de descarga.
- ✓ Este procedimiento no debe de efectuarse si el equipo se encuentra en malas condiciones, (golpeado, oxidado roto, etc.).
- ✓ Este listado considera que el módulo de respaldo (modulo que suplirá al que se encuentra en servicio) ya se encuentra en las instalaciones y no abarca un procedimiento para la maniobra de "parking".
- ✓ El módulo de respaldo debe de tener una presión mayor a la del módulo en servicio.
- ✓ Es necesario el uso de equipo de protección personal en todo momento.

3

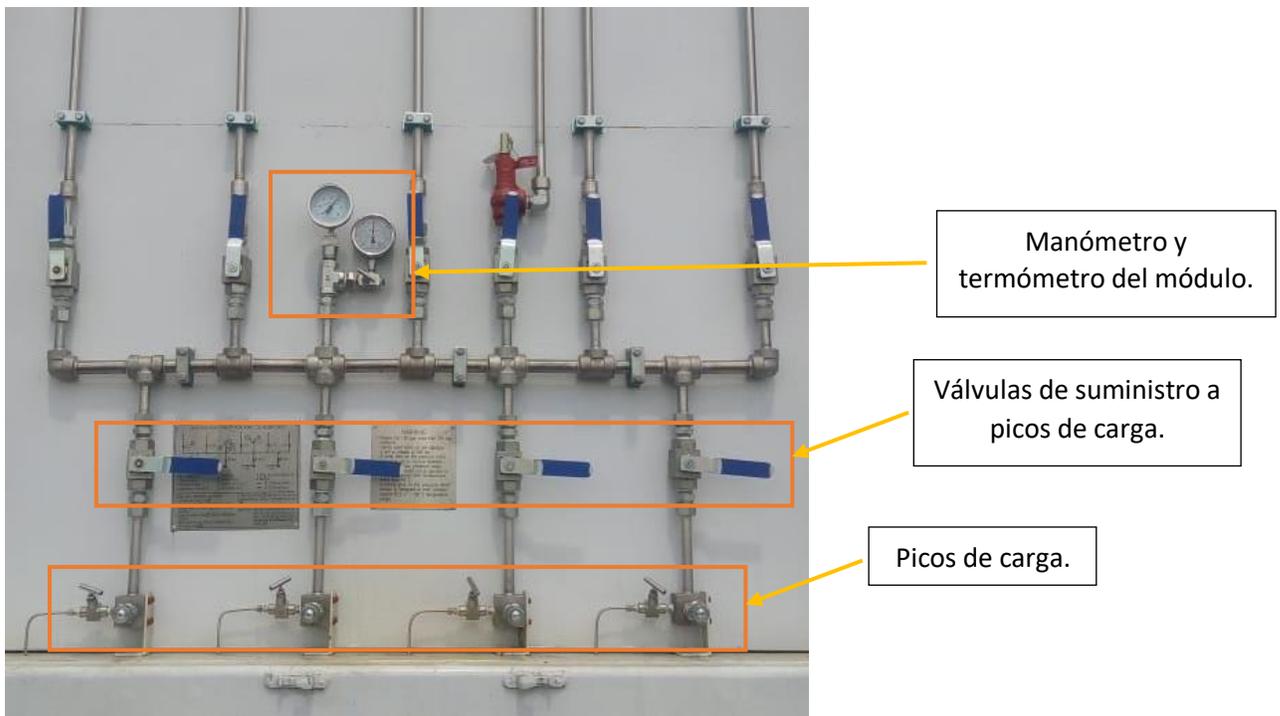
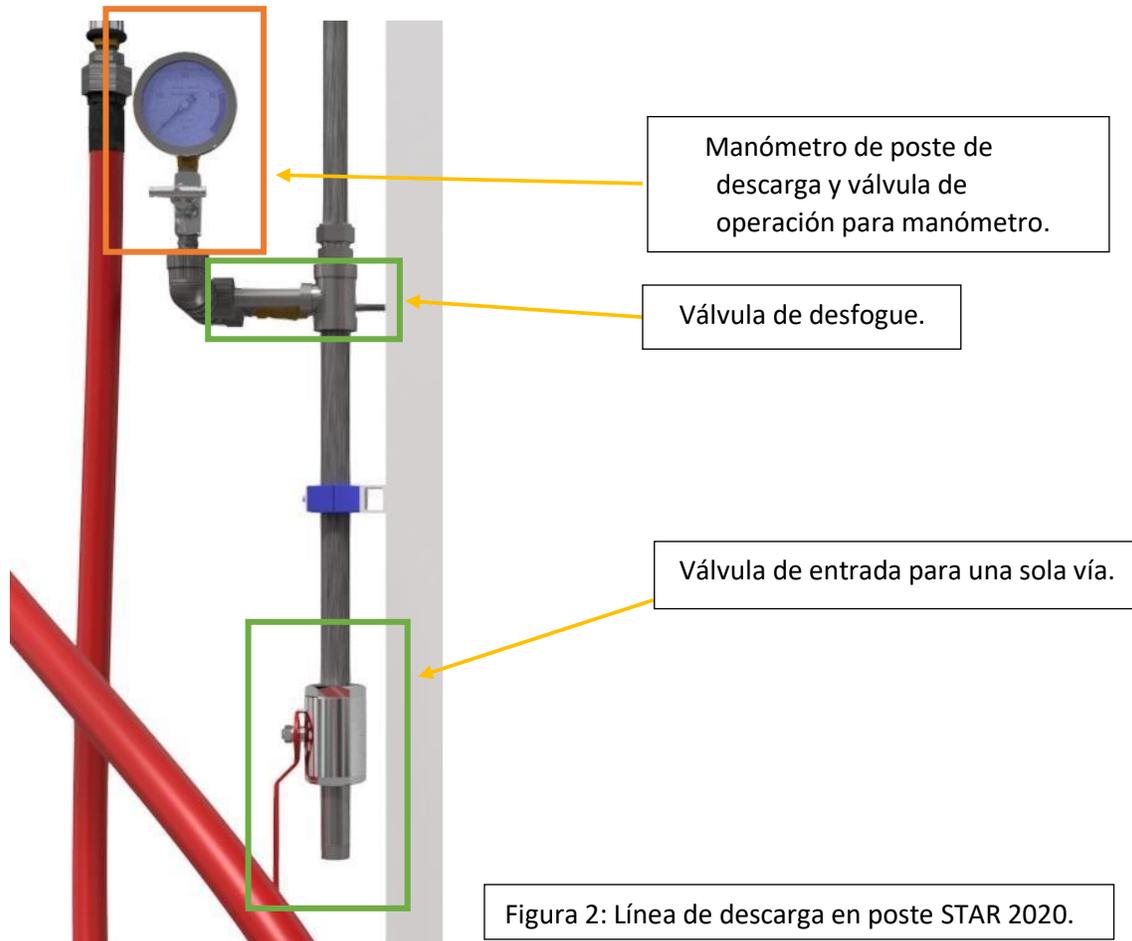


Figura 1: Red de carga y descarga de gas natural, Modulo "Luxi".

2.- Inspeccion de elementos antes de realizar cambio de modulo.

- Haga una inspeccion visual al cuerpo de la manguera de suministro. La manguera no debe de tener desprendimiento de material, grietas o perforaciones.
- Revise la integridad del ponchado de la manguera en sus dos extremos. Debe permancer en una sola pieza, sin grietas o desprendimiento.
- Verifique que la boquilla de conexión rapida no este golpeada o deformada.
- Asegurese que la valvula break-away este colocada en el sistema.
- Revise que la valvula que da paso al manometro este abierta en su totalidad.
- Verifique que la linea de desfogue este cerrada perfectamente.
- Asegurese que todas las conexiones roscadas de la linea del poste no se encuentren desconectadas o flojas.

Si no se cumplen las condiciones anteriores no se puede comenzar con el procedimiento de cambio de modulo.



3.- Procedimiento para cambio de modulo.

1. Asegúrese de contar con su equipo de protección personal básico (casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de carnaza y lentes de seguridad, así como ropa 100% de algodón).

2. Antes de realizar el cambio de remolque acérquese al manómetro que se encuentra en el módulo que suministra el gas (ver figura 1), para proceder

con la maniobra los valores de presión recomendados son de 30 a 40 bar en estaciones de compresión de gas y de 15 a 25 bar en estaciones de descompresión (no se recomiendan valores inferiores), puede verificar la lectura de la presión con el manómetro del poste (ver figura 2), que se encuentra en la vía de suministro.

3. Lo siguiente será verificar que el módulo de respaldo se encuentre a una buena distancia del poste de descarga, en un rango de aproximadamente dos metros al equipo, (de lo contrario pida al maniobrista que acerque o aleje el módulo, según sea el caso), verificado esto abra las puertas del módulo, que dan acceso a los picos de carga del equipo (ver figura 1), asegúrese de sujetar las puertas con los ganchos de agarre ubicados en el chasis del remolque.

4. Teniendo las puertas abiertas verifique en el manómetro del módulo de respaldo la presión a la que se encuentra cargado, el valor debe de rondar 250 bar, no más de 275 bar y la presión debe de ser mayor a la del módulo en operación.

Nota 1: Si la presión del módulo es mayor a 275 bar no se recomienda conectarlo al sistema.

5. Continuando con el procedimiento lo siguiente será aterrizar el segundo módulo (el de respaldo), puede colocar la conexión en cualquier parte del chasis del equipo, verifique que este fijado correctamente (ver figura 3).



Figura 3: Porta electrodo o pinza de contacto empleada para poner a tierra los módulos.

Nota 2: El accesorio de conexión a tierra no es parte del poste de descarga, sin embargo, la instalación de la estación de descompresión o compresión debe de contar con él.

6. Antes de proseguir asegúrese que las válvulas de suministro a los picos de carga del módulo de respaldo (ver figura 1) estén cerradas, no debe de continuar al siguiente paso sin verificar este punto.

7. Identifique la válvula de suministro a la red de gas natural en el poste y ciérrela de forma pausada 30° cada 5 segundos, ver figura 5.

8. Estando cerrada la válvula de suministro lo siguiente será hacer lo mismo con la válvula del módulo que alimenta la línea de descarga (ver figura 5), el procedimiento es similar, solo ciérrela lentamente no es necesario hacerlo por pasos.

9. Teniendo las válvulas de suministro del módulo y del poste cerradas en su totalidad, lo siguiente será desfogar la manguera, es decir purgar el gas que se encuentra encapsulado en la línea de descarga, identifique la válvula que conduce el gas al desfogue y con mucho cuidado y muy lentamente abra la válvula, se recomienda 30° de vuelta cada 30 segundos, es importante que el operador este consciente que escuchara un fuerte ruido debido a que el gas está escapando a muy alta presión, conserve la calma, durante esta maniobra es muy importante que el operador verifique en el manómetro del poste que la presión comience a disminuir, si es así, el procedimiento se realizó correctamente, la presión debe de llegar a "0", de lo contrario cierre el desfogue y regrese al punto "7".

10. Antes de continuar verifique que la presión del manómetro del poste sea "0" de lo contrario regrese al punto "9".

11. El siguiente paso será desconectar la manguera de suministro del primer módulo (ver figura 4), colóquese junto a la manguera y tire hacia atrás el seguro en forma de anillo que cubre el pico de carga y en un solo movimiento tire del cuerpo de la manguera hacia atrás, no es necesario

aplicar mucha fuerza, con esto la manguera estará desconectada del módulo.

12. Cumpliendo las condiciones de los puntos anteriores lo siguiente será conectar la manguera al módulo de respaldo, despliegue la manguera, tenga cuidado con el extremo suelto (el extremo de la boquilla de conexión rápida).

8

13. Una vez desplegada la manguera y sin tirar bruscamente de ella acérquela a uno de los picos de carga del segundo modulo, una vez centrada la boquilla de la manguera con el pico de carga jale el seguro de la manguera (en forma de anillo) hacia usted y en un solo movimiento empuje el cuerpo de la manguera, soltando a su vez el seguro, el cual abrazara al pico de carga, escuchara un “clic”, que dará fe de un montaje correcto (ver figura 4), puede tirar levemente de la manguera para asegurarse de que esta no se saldrá de su lugar, **“Este punto es muy importante, tómese su tiempo, si la conexión de la manguera no se realiza correctamente puede resultar en un accidente, extreme precauciones”**.



Figura 4: Boquilla de conexión de manguera de descarga.

14. Cumpliendo el punto “13” asegúrese que el desfogue de la línea del poste de descarga a utilizar este cerrado, esto lo puede verificar con la válvula del desfogue (ver figura 2), también es importante verificar que la válvula de paso de la línea de suministro a utilizar este cerrado completamente.

15. Muy importante, asegúrese de que el manómetro este en operación, esto lo puede verificar con la válvula a la que se conecta el manómetro (ver figura 2), esta debe de estar abierta completamente para poder obtener lecturas.

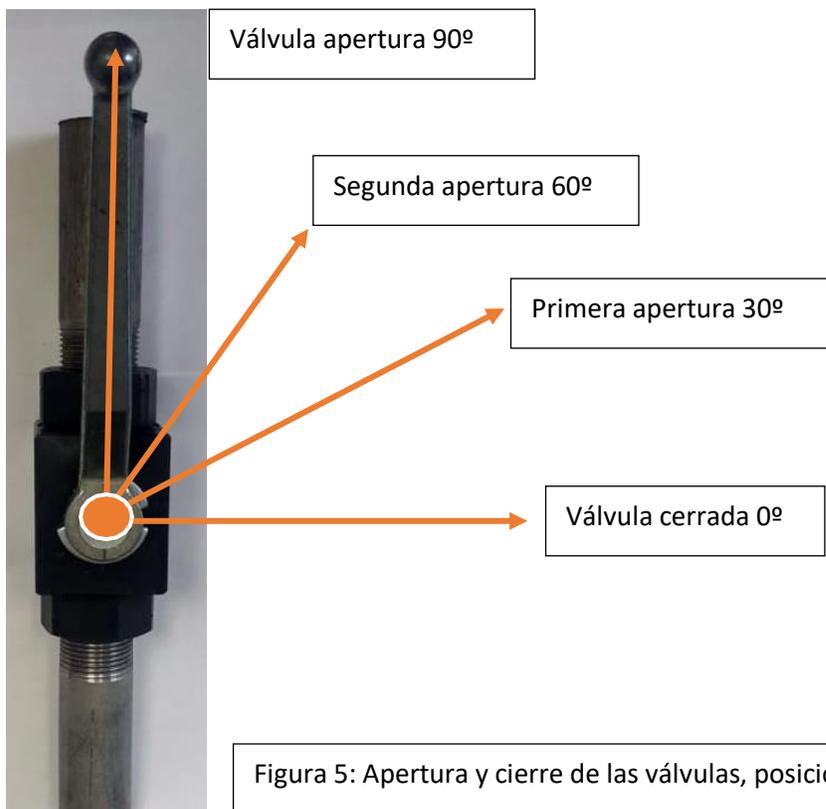
16. Identifique la válvula en el segundo modulo que permite el flujo hacia el pico de carga al que se conectó la manguera (ver figura 1), una vez identificada ábrala muy despacio, recuerde que está trabajando con gas comprimido, la apertura debe de ser pausada y de a poco, (aproximadamente 30° de vuelta cada 20 segundos), ver figura 5.

Nota 3: Mientras realice la apertura de la válvula preste atención de que no esté abierto el desfogue, ni la línea de suministro, de ser así cierre la válvula del módulo y regrese al punto “14”.

Si identifica algún ruido extraño como crujidos o un silbido, cierre inmediatamente y regrese al punto “12”, si el problema persiste póngase en contacto con su supervisor.

17. Hasta este punto se tiene la manguera presurizada, verifique la presión en el manómetro de la vía de suministro (ver figura 2), la presión debe de ser igual a la que se tiene en el módulo, lo puede verificar con el manómetro del remolque (ver figura 1), para poder pasar al siguiente paso es necesario tener las mismas presiones (modulo - poste).

10



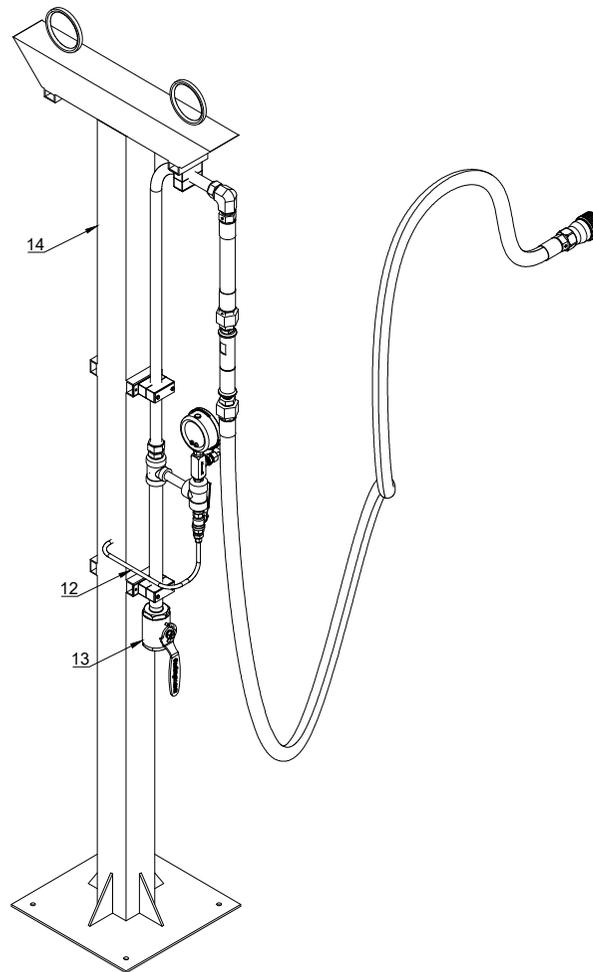
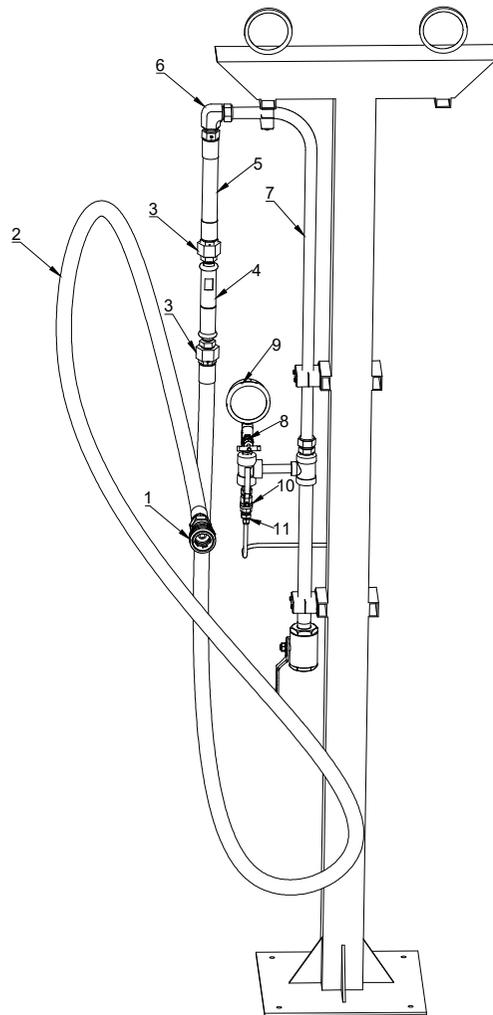
18. Lo siguiente será abrir la válvula de entrada (ver figura 2), acérquese al poste de descarga y abra la válvula de entrada lentamente, la maniobra requiere que la apertura se realice 30° de vuelta cada 30 segundos, hasta abrirla por completo

20. Acérquese al primer módulo y verifique que las válvulas de suministro a los picos de carga estén cerradas (ver figura 1), cierre las puertas del módulo, y coloque correctamente el seguro a las puertas para evitar que se abran en movimiento y retire el porta electrodo de puesta a tierra.

21. Por ultimo y si el maniobrista se encuentra en sitio indíquele que se puede retirar.

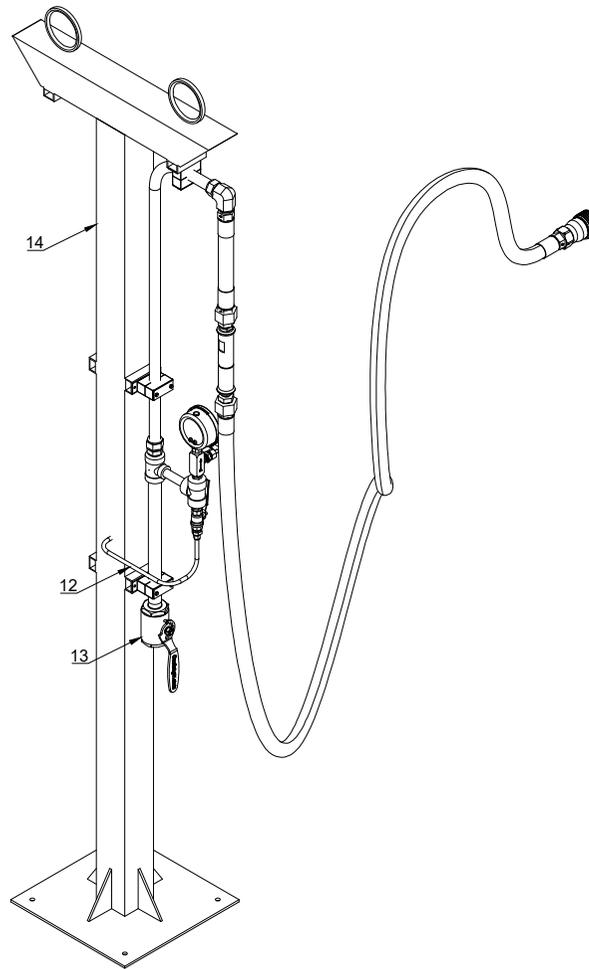
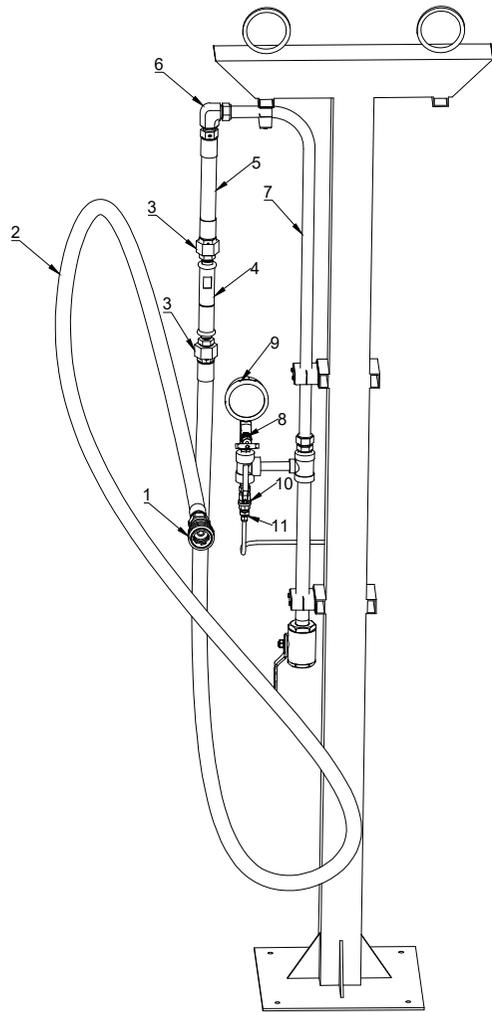
11

Con estos pasos abra concluido satisfactoriamente la manobra de cambio de módulo sin interrumpir el suministro al cliente.



ITEM	DESCRIPCIÓN
1	CONECTOR RÁPIDO TIPO HEMBRA, CONEXIÓN A PROCESO DE 1" NPT HEMBRA
2	MANGUERA DE 1" D.N. 5000 psi. DE 4.5m DE LONGITUD CON EXTREMOS ROSCADOS MACHO DE 1" NPT
3	ADAPTADOR DE 7/8-14 MACHO X 1" NPT HEMBRA DE ACERO INOX. 316
4	VÁLVULA BREAKAWAY,
5	MANGUERA DE 1" D.N. 5000 psi. DE 30 cm DE LONGITUD CON EXTREMOS ROSCADOS MACHO DE 1" NPT
6	RACOR CODO A 90°, DE 1" OD X 1" NPT HEMBRA DE ACERO INOX
7	TUBING, ACERO INOX. 316, DE 1" D.N. X 0.120" DE ESPESOR
8	VÁLVULA DE AGUJA, DE 1/2" D.N. EXTREMOS NPT HEMBRA, 6000 psi
9	MANÓMETRO, CONEXIÓN A PROCESO INFERIOR DE 1/2" D.N. MACHO NPT, DE GLICERINA, RANGO DE 0 - 560 KG/CM2, CARÁTULA DE 4"
10	VÁLVULA DE BOLA, PASO COPLETO, DE 1/2" D.N. EXTREMOS NPT HEMBRA, 6000 psi
11	RACOR RECTO, DE 1/2" NPT MACHO X 1/4" OD, DE ACERO INOX
12	TUBING, ACERO INOX. 316, DE 1/4" D.N. X 0.028" DE ESPESOR
13	VÁLVULA DE BOLA, PASO COPLETO, DE 1" D.N. EXTREMOS NPT HEMBRA, 6000 psi
14	ESTRUCTURA METÁLICA DE PTR DE 4" CAL.9

AUTOR ING. EMIR S.	FEBRERO/2020	SERVICIOS ENERGÉTICOS STAR	
REVISO ING. ALFREDO R.		TÍTULO POSTE DE DESCARGA SERIAL: PDIV-R03-MH-002 MAS HARINA	
APROBÓ		TARJETA	NÚMERO DBJ_004
PROFESIONAL DE SERVICIOS ENERGÉTICOS STAR, PRESENCIA DE SU REPRESENTACIÓN PARCIAL O TOTAL		ESCALA	REV 01
		COTAS mm	



ITEM	DESCRIPCIÓN
1	CONECTOR RÁPIDO TIPO HEMBRA, CONEXIÓN A PROCESO DE 1" NPT HEMBRA
2	MANGUERA DE 1" D.N. 5000 psi, DE 4.5m DE LONGITUD CON EXTREMOS ROSCADOS MACHO DE 1" NPT
3	ADAPTADOR DE 7/8-14 MACHO X 1" NPT HEMBRA DE ACERO INOX. 316
4	VÁLVULA BREAKAWAY,
5	MANGUERA DE 1" D.N. 5000 psi, DE 30 cm DE LONGITUD CON EXTREMOS ROSCADOS MACHO DE 1" NPT
6	RACOR CODO A 90°, DE 1" OD X 1" NPT HEMBRA DE ACERO INOX
7	TUBING, ACERO INOX. 316, DE 1" D.N. X 0.120" DE ESPESOR
8	VÁLVULA DE AGUJA, DE 1/2" D.N. EXTREMOS NPT HEMBRA, 6000 psi
9	MANÓMETRO, CONEXIÓN A PROCESO INFERIOR DE 1/2" D.N. MACHO NPT, DE GLICERINA, RANGO DE 0 - 560 KG/CM2, CARÁTULA DE 4"
10	VÁLVULA DE BOLA, PASO COPLETO, DE 1/2" D.N. EXTREMOS NPT HEMBRA, 6000 psi
11	RACOR RECTO, DE 1/2" NPT MACHO X 1/4" OD, DE ACERO INOX
12	TUBING, ACERO INOX. 316, DE 1/4" D.N. X 0.028" DE ESPESOR
13	VÁLVULA DE BOLA, PASO COPLETO, DE 1" D.N. EXTREMOS NPT HEMBRA, 6000 psi
14	ESTRUCTURA METÁLICA DE PTR DE 4" CAL.9

AUTOR ING. EMIR S.	FEBRERO/2020	SERVICIOS ENERGÉTICOS STAR	
REVISÓ ING. ALFREDO R.		TÍTULO	
APROBO		POSTE DE DESCARGA SERIAL: PDIV-R03-MH-003 MAS HARINA	
	TAMAÑO	NÚMERO	REV
	ESCALA	DBJ_005	01
PROPIEDAD DE SESTAR. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.		COTAS mm	

BMT CO., LTD.

Web: www.superlock.com

PRODUCT:

Tube Fittings

MODEL:

SUPERLOK Tube Fittings

Intended Service:

Hydraulic & Pneumatic Fluid and Instrument Control Systems.

Description:

UNIONS:

Union(SU), Reducing Union(SRU), Bulkhead Reducing Union(SBHRU) & Bulkhead Union(SBHU).

CONNECTORS:

Male Connector(SMC), Male Connector for Bonded Washer Seal(SGMC), Male Connector for Metal Gasket Seal(SOMC), Female Connector(SFC), Gauge Connector(SGC), Bulkhead Male Connector(SBMC) & Bulkhead Female Connector(SBFC).

ELBOWS:

Union Elbow(SUE), Male Elbow(SME), 45° Male Elbow(SHME) & Female Elbow(SFE).

TEES:

Union Tee(SUT), Reducing Union Tee(SRUT), Male Branch Tee(SMBT), Male Run Tee(SMRT), Female Branch Tee(SFBT), Female Run Tee(SFRT) & Union Cross(SUC).

STUB TUBE CONNECTORS:

Reducer(SR), Bulkhead Reducer(SBR), Male Adapter(SMA), Female Adapter(SFA), Port Connector(SPC) & Flange Lapped Tubes Connector(SFTC).

AN TUBES: An Flare(SAF), An Union(SAU) & An Adapter(SAA).

O-RING SEAL: O-Seal Straight Thread Connector(SOSC), O-Seal Pipe Thread Connector(SOPC) & SAM/MS Male Connector(SSMC).

WELD ENDS:

Male Pipe Weld Connector(SPWC), Male Pipe Weld Elbow(SMPWE), Socket Weld Connector(SSWC) & Socket Weld Elbow(SSWE).

PLUGS & CAPS:

Plug(SP), Cap(SC).

Ratings:

1. Raw Material: 316 Stainless Steel
2. Tube O.D Size:
1/16 ~ 1 inch. (3mm ~25mm)
3. Pressure Ratings: as per manufacturer's specification

Service Restriction:

BMT CO., LTD.

Unit Certification is not required for this product. For taper-thread joints are not to be used for toxic and corrosive fluid services and for all services of temperatures exceeding 495° C.

In Classes I and II piping systems in general, for joining sections of hydraulic pipes and for steering gear, controllable pitch propeller and propulsion related hydraulic systems their use is limited to the following restrictions: less than 20 mm ND for 103 bar; above 20 mm to 25mm ND for 82.8 bar and above 25 mm to 50 mm ND for 41.4 bar. In other hydraulic oil systems they may be used without pressure limitation only for connection for equipment, such as pumps, valves, cylinders, accumulators, gauges and hoses. Straight thread O-ring type fittings may be used for connections to equipment in hydraulic oil piping without pressure and service limitation, but are not to be used for joining sections of pipes.

Bulkhead connectors, bulkhead reducers and bulkhead unions are not considered water tight or fire-tight penetration without separate approval of penetration detail.

Comments:

Not Applicable

Notes / Drawings / Documentation:

This Product Design Assessment (PDA) is valid only for products intended for use on ABS classed vessels, MODUs or facilities which are in existence or under contract for construction on the date of the ABS Rules used to evaluate the Product.

Term of Validity:

This Product Design Assessment (PDA) Certificate 06-BK150238/1-PDA, dated 27/Apr/2011 remains valid until 26/Apr/2016 or until the Rules or specifications used in the assessment are revised (whichever occurs first).

This PDA is intended for a product to be installed on an ABS classed vessel, MODU or facility which is in existence or under contract for construction on the date of the ABS Rules or specifications used to evaluate the Product.

Use of the Product on an ABS classed vessel, MODU or facility which is contracted after the validity date of the ABS Rules and specifications used to evaluate the Product, will require re-evaluation of the PDA.

Use of the Product for non ABS classed vessels, MODUs or facilities is to be to an agreement between the manufacturer and intended client.

STANDARDS**ABS Rules:**

2011 Steel Vessel Rules 1-1-4/7.7, 4-6-2/5.9, 4-6-2/5.15, 4-6-2/5.17 & 4-6-7/3.5.1

National:

NA

International:

NA

Government Authority:

NA

EUMED:

NA

Others:

Not Applicable



ABS

CERTIFICATE NUMBER

06-BK150238/1-PDA

ABS TECHNICAL OFFICE

Busan Engineering Services

CERTIFICATE OF DESIGN ASSESSMENT

This is to Certify that a representative of this Bureau did, at the request of
BMT CO., LTD. -

assess design plans and data for the below listed product. This assessment is a representation by the Bureau as to the degree of compliance the design exhibits with applicable sections of the Rules. This assessment does not waive unit certification or classification procedures required by ABS Rules for products to be installed in ABS classed vessels or facilities. This certificate, by itself, does not reflect that the product is Type Approved. The scope and limitations of this assessment are detailed on the pages attached to this certificate.

PRODUCT: **Tube Fittings**

MODEL: **SUPERLOK Tube Fittings**

This Product Design Assessment (PDA) Certificate 06-BK150238/1-PDA, dated 27/Apr/2011 remains valid until 26/Apr/2016 or until the Rules or specifications used in the assessment are revised (whichever occurs first).

This PDA is intended for a product to be installed on an ABS classed vessel, MODU or facility which is in existence or under contract for construction on the date of the ABS Rules or specifications used to evaluate the Product.

Use of the Product on an ABS classed vessel, MODU or facility which is contracted after the validity date of the ABS Rules and specifications used to evaluate the Product, will require re-evaluation of the PDA.

Use of the Product for non ABS classed vessels, MODUs or facilities is to be to an agreement between the manufacturer and intended client.

**NOMBRE Y FIRMA DE PERSONA FISICA
ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP
Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Sung-Moon Kim

Engineer

Parker

1300 N. Freedom Street
Ravenna, Ohio 44266
Phone: 330-296-2871
Fax: 330-296-8433

CNG CERTIFICATION OF CONFORMANCE/ORIGIN/MATERIAL

Parker Hannifin Corporation hereby certifies that all materials used in the manufacture of parts called for on the listed purchase order conform to the material and/or manufacturing specifications indicated in drawings or specifications as call on the said purchase order. Parker Hannifin Corp. also certifies that the parts listed were manufactured in accordance to C Standers Association (CSA) Parker Hannifin Corp. specifications and quality standards. In production of items listed, no contact was made with mercury, any of its compounds, or with any mercury-containing device employing a single bound containment.

This product has been manufactured in the U.S.A.

Conductivity Test	Part Number	QTY	Fitting 1 Batch	Fitting 2 Batch	Hose Batch	S.O.#
000	52NGLC/LK/16-12	6	SC 7314	SC 7314	5211813003	7441

Caliper Calibration Due Date: 6/1/19

Ohm Meter Calibration Due Date: 3/1/19

Pressure Gage Calibration Due Date: 2/1/19

100% Proof Tested at: 10,000 PSI for 30 seconds

Assembly Test Date: 12/5/18



Certified by: Kathy George, Quality Program Coordinator

PFDR-0546 G214-77 12.04.2015



1300 N. Freedom Street
 Ravenna, Ohio 44266
 Phone: 330-296-2871
 Fax: 330-296-8433

CNG CERTIFICATION OF CONFORMANCE/ORIGIN/MATERIAL

Parker Hannifin Corporation hereby certifies that all materials used in the manufacture of parts called for on the listed customer purchase order conform to the material and/or manufacturing specifications indicated in drawings or specifications as called for on the said purchase order. Parker Hannifin Corp. also certifies that the parts listed were manufactured in accordance to Canadian Standards Association (CSA) Parker Hannifin Corp. specifications and quality standards. In production of items listed, no direct contact was made with mercury, any of its compounds, or with any mercury-containing device employing a single boundary for containment.

This product has been manufactured in the U.S.A.

Conductivity Test	Part Number	QTY	Fitting 1 Batch	Fitting 2 Batch	Hose Batch	S.O. # or Job #
006	5CNG01011616166-196.85	4	SC9315	SC9315	521905252	848903061

Caliper Calibration Due Date:

Ohm Meter Calibration Due Date:

100% Proof Tested at:

PSI for 30 seconds

Pressure Gage Calibration Due Date:

Assembly Test Date:



Certified by: Kathy George, Quality Program Coordinator

PFDR-0546 G214-77 12.04.2015

5ms



DE WIT DE MEXICO, S.A. DE C.V.

11 de octubre de 2019

CERTIFICADO DE CALIDAD

A QUIEN CORRESPONDA:

POR MEDIO DEL PRESENTE CERTIFICAMOS QUE LOS 3 MANOMETROS MARCA DE WIT MODELO 2000SS/100/560 CON RANGO DE 0-560 KG/CM² FUERON FABRICADOS BAJO NORMA ASME B40.100-2005 INHERENTE A MANÓMETROS Y BAJO SUPERVISION DEL SISTEMA DE CALIDAD ISO9000:2008

IGUALMENTE SE CALIBRARON BAJO EL PROCEDIMIENTO ESPECIFICADO EN LA NORMA ASME B40.100-2005 GRADO 1A CUMPLIENDO CON EL +/- 2.0 % DE EXACTITUD EN EL TOTAL DE RANGO RESPECTIVAMENTE.

CERTIFICAMOS QUE LOS MANÓMETROS INDICADOS SON NUEVOS EN TODAS Y CADA UNA DE SUS PARTES FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE 304 EN EL EXTERIOR Y EN INTERIORES EN ACERO INOXIDABLE 316 DE 1/2" NPT, CUMPLEN CON LA NORMA ASME B40.100-2005 POR LO QUE NO TENEMOS IMPEDIMENTO ALGUNO EN EXPEDIR EL PRESENTE.

CERTIFICADO

NOMBRE Y FIRMA DE PERSONA FISICA ART. 116
PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN
I DE LA LFTAIP

FITOK Incorporated
Inspection Certificate of Quality

In conformity to EN 10204: 2004-3.1

Customer	Tuberías y Accesorios SAGA, S.A. de C.V.			Reference No.	161	Contract No.	USI171908	Certificate No.	171908161-1							
Product Name	Stainless Steel Tube		Product standard	ASTM A269	Condition of delivery		bright annealed cold drawn for gas & oil pipelines			Date	13-Dec-17					
Item	Size	Grade	Heat No.	Batch No.	Total Length (Meter)	Total Quantity (Pieces)	Total Weight (Kg)	Chemical Composition, %								
								Test	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
								Spec.	Max	Max	Max	Max	Max	10.00	16.00	2.00
									0.035	1.00	2.00	0.045	0.030	15.00	18.00	3.00
1	1" * 0.095"	TP316	YX1611-814	HXB17-01-06-11	49	8	69	Product Analysis	0.019	0.360	0.690	0.031	0.002	10.120	16.680	2.050
2	1" * 0.109"	TP316	YX1611-814	HXB17-01-08-11	49	8	78		0.019	0.360	0.690	0.031	0.002	10.120	16.680	2.050
3	1" * 0.120"	TP316	YX1509-677	HXB15-10-29-3	305	50	525		0.019	0.360	0.650	0.033	0.002	10.090	16.680	2.030
4	1-1/2" * 0.109"	TP316	YX1611-814	HXB17-01-07-8	18	3	44		0.019	0.360	0.690	0.031	0.002	10.120	16.680	2.050
5	1-1/2" * 0.120"	TP316	YX1611-814	HXB17-01-07-7	31	5	82		0.019	0.360	0.690	0.031	0.002	10.120	16.680	2.050
6	1-1/2" * 0.134"	TP316	YX1611-814	HXB17-01-08-2	18	3	53		0.019	0.360	0.690	0.031	0.002	10.120	16.680	2.050
TOTAL					470	77	851									

Mechanical Properties and other Tests													Non-destructive test			
Item	Yield strength		Tensile strength Rm (N/mm2) ≥485	Ductile rate A % ≥35	Hardness Test HRB MAX. 90	Impact power AK(J)		Drift expanding ASTM A1016	Dimension tolerance	Surface Quality	Flattening	Bending	Other	Water pressure	Ultrasonic test	Eddy current test
	Rp0.2 (N/mm2) ≥170	Rp1.0 (N/mm2) —				Individual	Average									
1	290	—	610	60	80	—	—	Pass	Pass	Pass	—	—	—	Pass	—	Pass
2	290	—	610	56	78	—	—	Pass	Pass	Pass	—	—	—	Pass	—	Pass
3	255	—	610	55	78	—	—	Pass	Pass	Pass	—	—	—	Pass	—	Pass
4	280	—	620	55	78	—	—	Pass	Pass	Pass	—	—	—	Pass	—	Pass
5	275	—	610	58	80	—	—	Pass	Pass	Pass	—	—	—	Pass	—	Pass
6	285	—	610	55	80	—	—	Pass	Pass	Pass	—	—	—	Pass	—	Pass

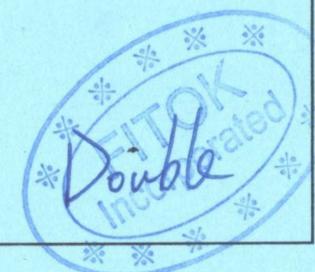
We hereby certify that the materials described herein have been manufactured, inspected and tested in accordance with the customer's specification(s), and that they satisfy the requirements.

Inspected by: C.J.Qu

Approved by: S.S. Feng

Remarks:

- Here we certify that the above mentioned products conform to the specifications of the order and the standards.
- This certificate only applies to the material used in main body.
- Non-inspection items mark with "—".





The Right Connection®

Dixon Valve & Coupling Company

800 High Street, Chestertown, MD 21620

410-778-2000 Fax: 410-778-4702

<http://www.dixonvalve.com/>

CERTIFICATE OF CONFORMANCE
Certificate #: 2314

January 6, 2016

Attention:

Purchase Order: ORD0000049

Reference No:

F.R.#: FA2922825

Dixon Valve & Coupling Company hereby certifies that the part(s) listed below conform(s) to Dixon's Specifications.

<u>Part Number</u>	<u>Quantity</u>
HPBV12	25
HPBV25	40
HPBV34	30

**NOMBRE Y FIRMA DE PERSONA FISICA ART. 116
PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

V.P. DIXON, General Manager Boss Division



CERTIFICADO DE CALIDAD

CERTIFICADO No
MEX-249/2019
 FECHA:
24/03/2019

CLIENTE URIVAL S.A. DE C.V. DIRECCION PROLONG. HIDALGO # 1410 SAN JUAN DE LA PRESA SALAMANCA GTO	PEDIDO 201/036	FACTURA 003175 E
---	-------------------	---------------------

ESPECIFICACION DEL MATERIAL: VALVULA DE AGUJA DE ACERO INOXIDABLE TIPO 316 PARA 6,000 A 10,000 LBS ROSCADA MODELO NVSS-MH-1/2" DIAMETRO MARCA ZAMACO	CANTIDAD 8 PZAS	MODELO NVSS-MH-6000-500 R
--	--------------------	------------------------------

CUMPLE CON NORMA NACE MR-01-075 DUREZAS HRC 21.2 20.7

COMPONENTE		ANALISIS QUIMICO (CHEMICAL COMPOSITION)										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Pb
CUERPO	SS-316	0.077	0.880	0.100	0.020	0.028	18.670	10.690	2.460	0.010	0.000	0
VASTAGO	316	0.07	0.85	0.89	0.22	0.21	18.70	9.6	2.5	0.17	0	0

ESPECIFICACIONES ADICIONALES	COLADA
------------------------------	--------

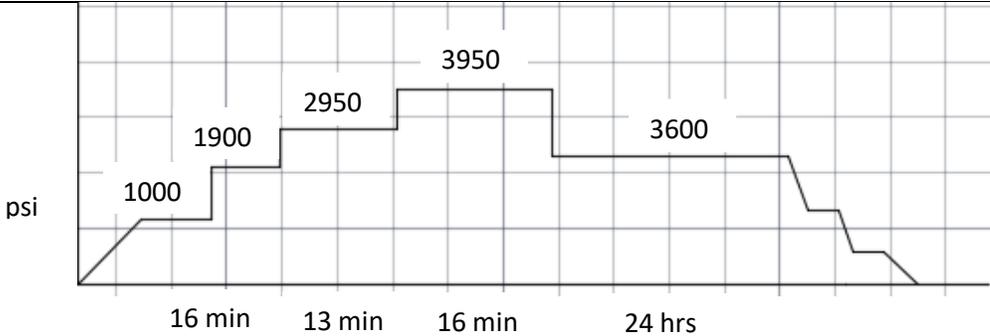
REPORTE DE PRUEBAS HIDROSTÁTICA				NUMEROS DE SERIES			
PRESION DE PRUEBA	8000	MANOMETRO NUM.	1	1	2	3	4
TIEMPO DE PRUEBA	15 MINUTOS	ESCALA DE	200 A 15000	5	6	7	8
RESULTADOS DE LA PRUEBA	NO SE OBSERVO NINGUN TIPO DE FUGA			9	10		

GARANTIA

ESTOS PRODUCTOS HAN SIDO FABRICADOS Y PROBADOS DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD Y SATISFACE SU ORDEN DE COMPRA POR LO QUE SE EXTIENDE LA SIGUIENTE GARANTIA POR **1 AÑO** CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION.

NOMBRE SY FIRMA DE PERSONAS FISICAS ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

A 27 Mayo del 2020.

Prueba hidrostática.	
Proyecto:	Mas harina.
Prueba realizada a:	Postes de descarga PDIV-R03-MH-002 y PDIV-R03-MH-003.
Detalles del graficador.	
Certificado de calibración:	PR – 064318 - 1
Rango de presión:	De 0 a 10,000 psi.
Rango de Temperatura:	De 0 a 150 °F.
Modelo del graficador:	P33499.
Elemento de medición:	Tubing ss316 (burbon).
Detalles de la prueba.	
Fecha de prueba:	25 de Mayo del 2020.
Medio de ensayo:	Agua.
Presiones de prueba:	3950 psi, 272.34 bar por 16 min. 3600 psi, 248.21 bar por 24 hrs.
Grafica de presión.	
 <p>The graph illustrates the pressure profile during the hydrostatic test. It shows a series of steps where the pressure is held constant for a specific duration before being increased to the next level. The final pressure level is 3600 psi, which is maintained for 24 hours before being released.</p>	
Conclusiones.	
Los resultados de la prueba son favorables ya que ambos postes de descarga a los cuales se le realizo la inspección no presentaron fugas ni deformación visible en ninguna de sus secciones.	
Resumen:	Aprobado.
Realizo:	<div style="background-color: black; color: red; padding: 5px; text-align: center;"> NOMBRE Y FIRMA DE PERSONA FISICA ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP </div>



Informe de Calibración No. PR-064318-1

Datos del Cliente	
Nombre:	SERVICIOS ENERGETICOS STAR S DE RL DE CV
Dirección:	PROVADA DR SAMUENL RAMOS 92 LAS CARMELINAS MORELIA, MICHOACAN C.P.: 58290

Datos del instrumento	
Descripción:	GRAFICADOR DE PRESION
Identificación:	P33499
Marca:	O.G.M.E.
Modelo:	P33499
Serie:	SIN SERIE
I. N.:	10 000 psi
D.M.:	200 psi

Fecha	
Recibo:	2020-01-16
Calibración:	2020-01-22
Emisión:	2020-01-22
Vigencia acordada:	2020-07-22

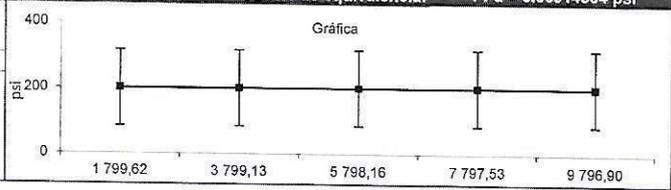
Según Programa de Calibración del Cliente

Resultados de la calibración

Evaluación inicial
 El instrumento manométrico descrito en el presente documento no fue ajustado o modificado fuera de sus condiciones de ajuste ordinarias (ajuste de cero), por consiguiente los valores mostrados en el presente documento pueden ser considerados como los valores antes y después de la calibración.

La calibración fue realizada en:
CERTIFIK

Nominal	PRESIÓN POSITIVA		Indicación promedio	Error de Medida	Error de histéresis:	Error relativo a la E. C.	Incertidumbre Expandida	Factor de equivalencia:
	psi	Pa						
2 000,00	1 799,62	12 407 726	2 000,00	200,38	0	2,0	± 116	1 Pa = 0.00014504 psi
4 000,00	3 799,13	26 193 641	4 000,00	200,87	0	2,0	± 116	
6 000,00	5 798,16	39 976 265	6 000,00	201,84	0	2,0	± 116	
8 000,00	7 797,53	53 761 219	8 000,00	202,47	0	2,0	± 116	
10 000,00	9 796,90	67 546 173	10 000,00	203,10	0	2,0	± 116	



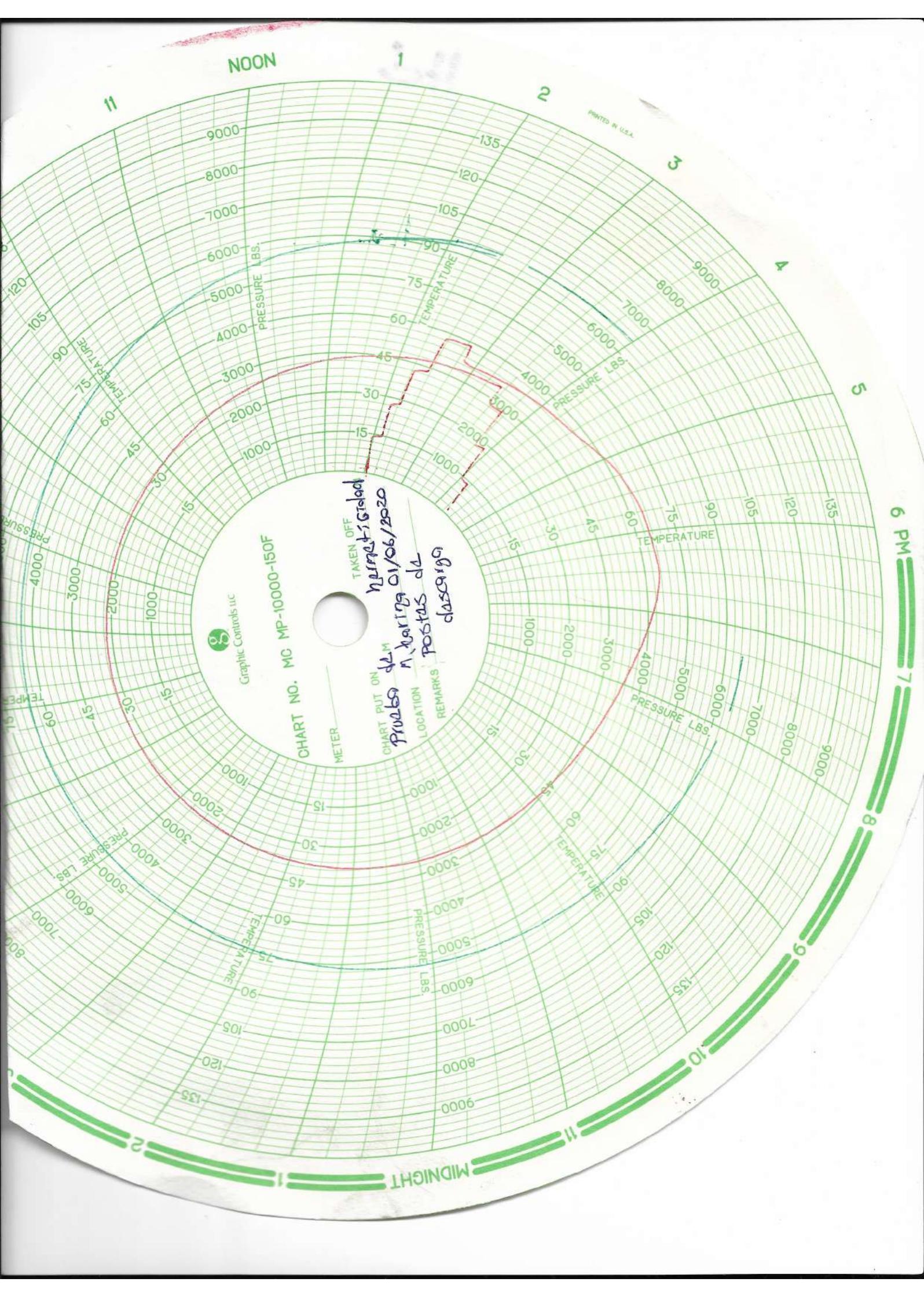
Observaciones y Conclusiones

Recibido en buenas condiciones, I. N.: Intervalo Nominal, D. M.: División Mínima se utilizo Agua como fluido manometrico con una densidad estimada de 998 kg.m³, la diferencia de altura entre el manometro patrón y el manometro a calibrar fue de: 30 mm a una gravedad local de 9,7888 m/s², antes de las mediciones se establecio el cero tanto en el patrón como el manometro a calibrar y ambos fueron montados en posición normal de uso. Trazabilidad al CENAM.

Datos de calibración		Patrones Utilizados		Firmas	
Temperatura:	20 °C	Clave	Descripción	Vencimiento	
Humedad Relativa:	48 %	CTK-241	MANOMETRO DIGITAL	2020-05-14	
P. Atmosférica:	952 mbar				
Método Utilizado:	Comparación directa				
Procedimiento(s) utilizado(s)	PC-018				

NOMBRE Y FIRMA DE PERSONA FISICA ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Los Resultados mostrados en este informe tienen trazabilidad a patrones nacionales: CNM-PNM-13, CNM-PNM-18 y CNM-PNM-20. • Se cobertura $k = 2$ y un nivel de confianza de aproximadamente 95 %, calculada de acuerdo a lo descrito en la NMX-CH-140-IMNC-2002. • E incertidumbre mostradas solamente al momento de la calibración y bajo las condiciones ambientales reportadas. • Este informe no será valido si no cuenta con las firmas correspondientes o si presenta enmendaduras, borraduras o anotaciones que alteren sus datos originales. • Esta prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización por escrito de CERTIFIK GEMELO, S. A. de C. V.



NOON

PRINTED IN U.S.A.



CHART NO. MC MP-10000-150F

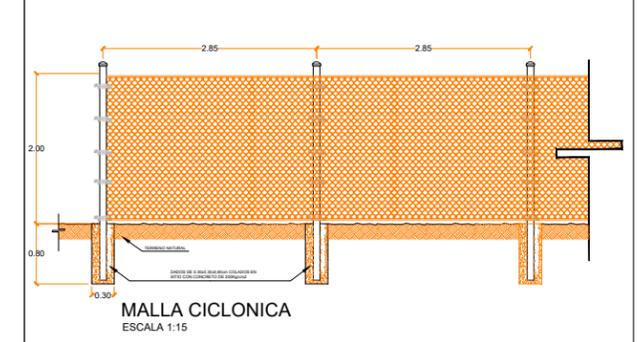
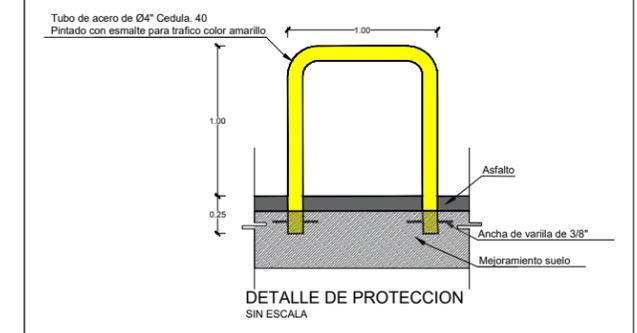
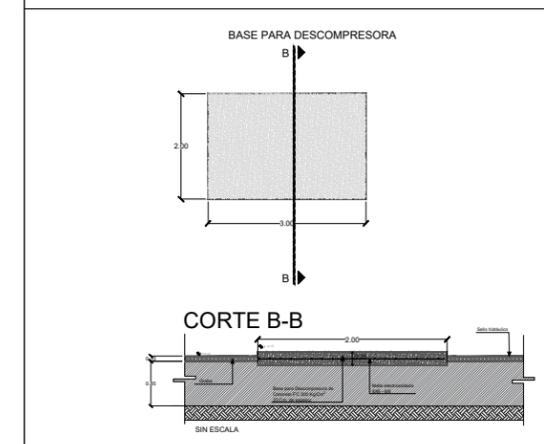
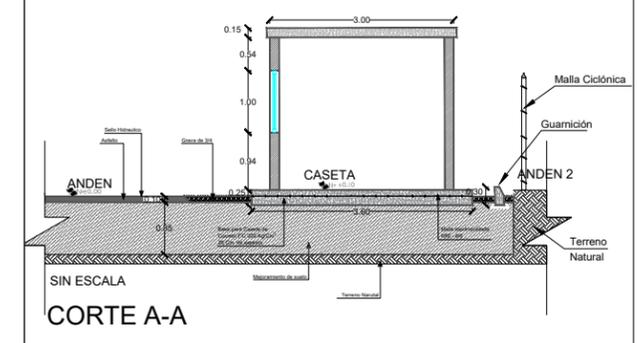
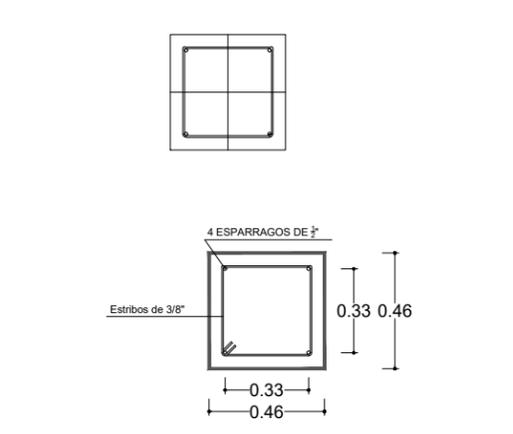
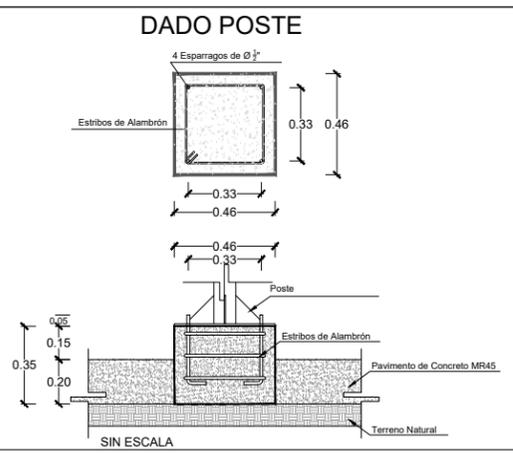
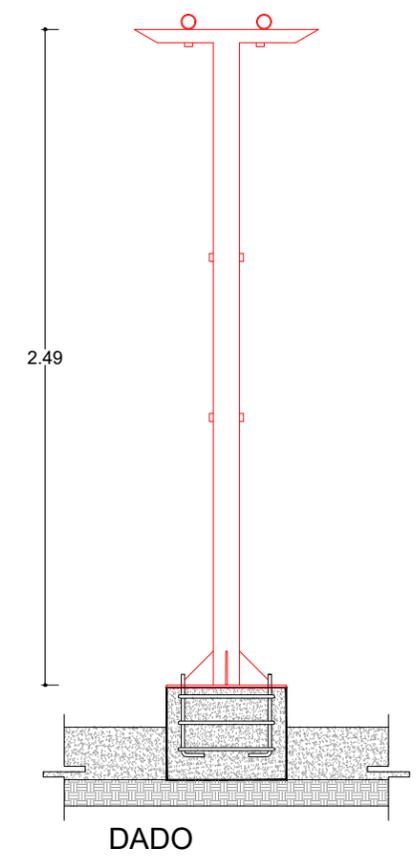
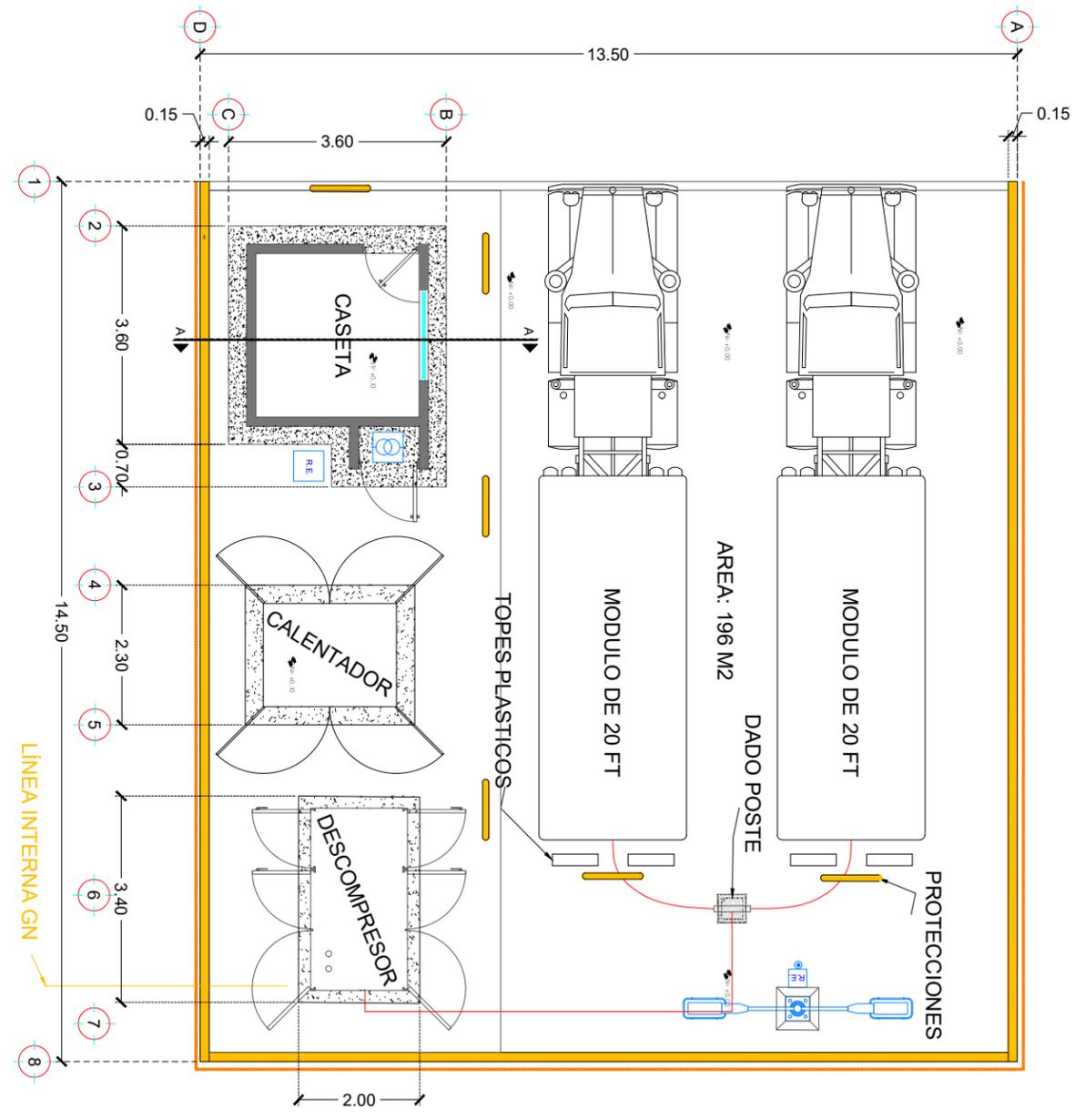
TAKEN OFF
 01/06/2020
 CHART PUT ON
 01/06/2020
 LOCATION
 Postas de Maria N. Maria
 REMARKS
 dassari

6 PM

MIDNIGHT

ANEXO I-3

Plot Plan de la “Estación de Descompresión
NOVASEM”



Norte

ORIENTACION

Macrolocalización

Microlocalización

Especificaciones:

Proyecto:
NOVASEM

Propietario:
CORPORACION C.H. S.A. DE C.V.

Fecha:
MAY 2021

Acotación:
N/A

Ubicación:

Plano:
ESTACION DESCOMPRESION GAS NATURAL

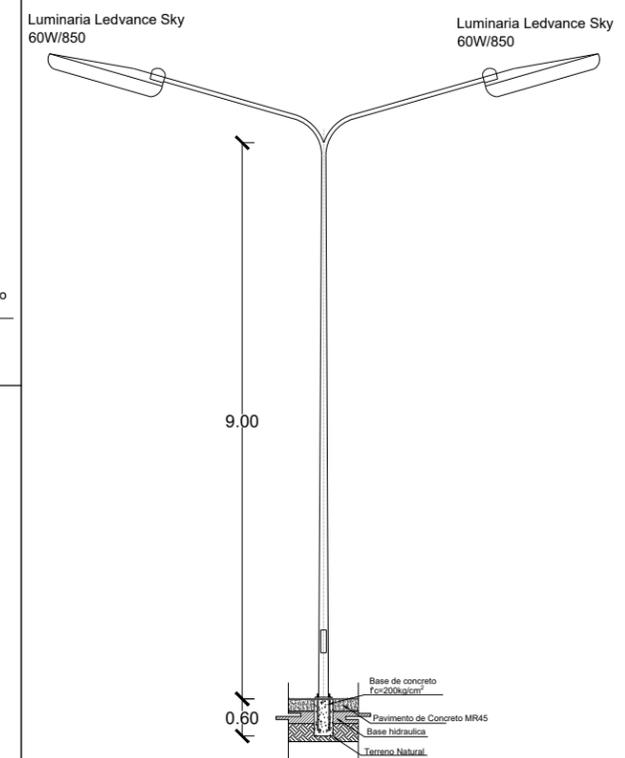
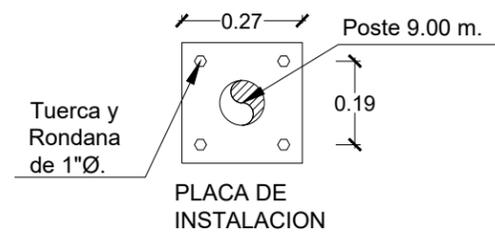
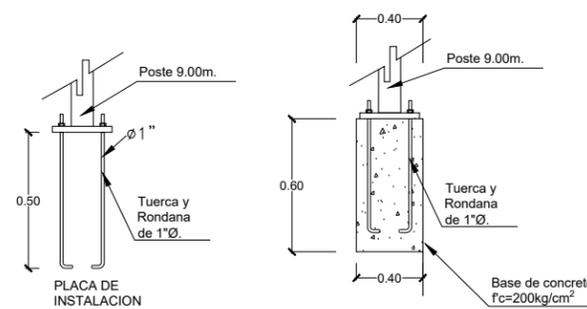
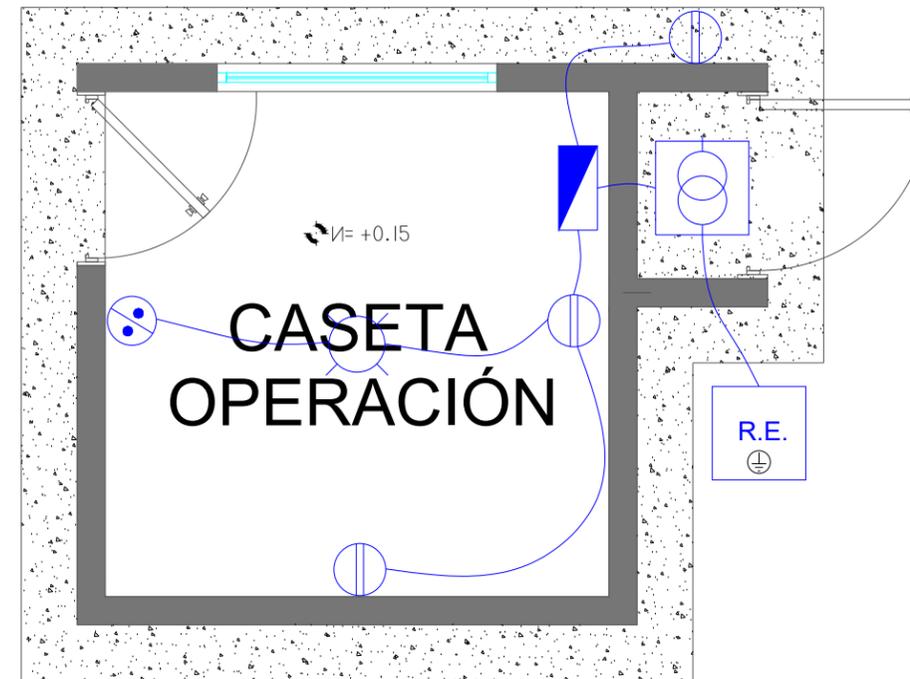
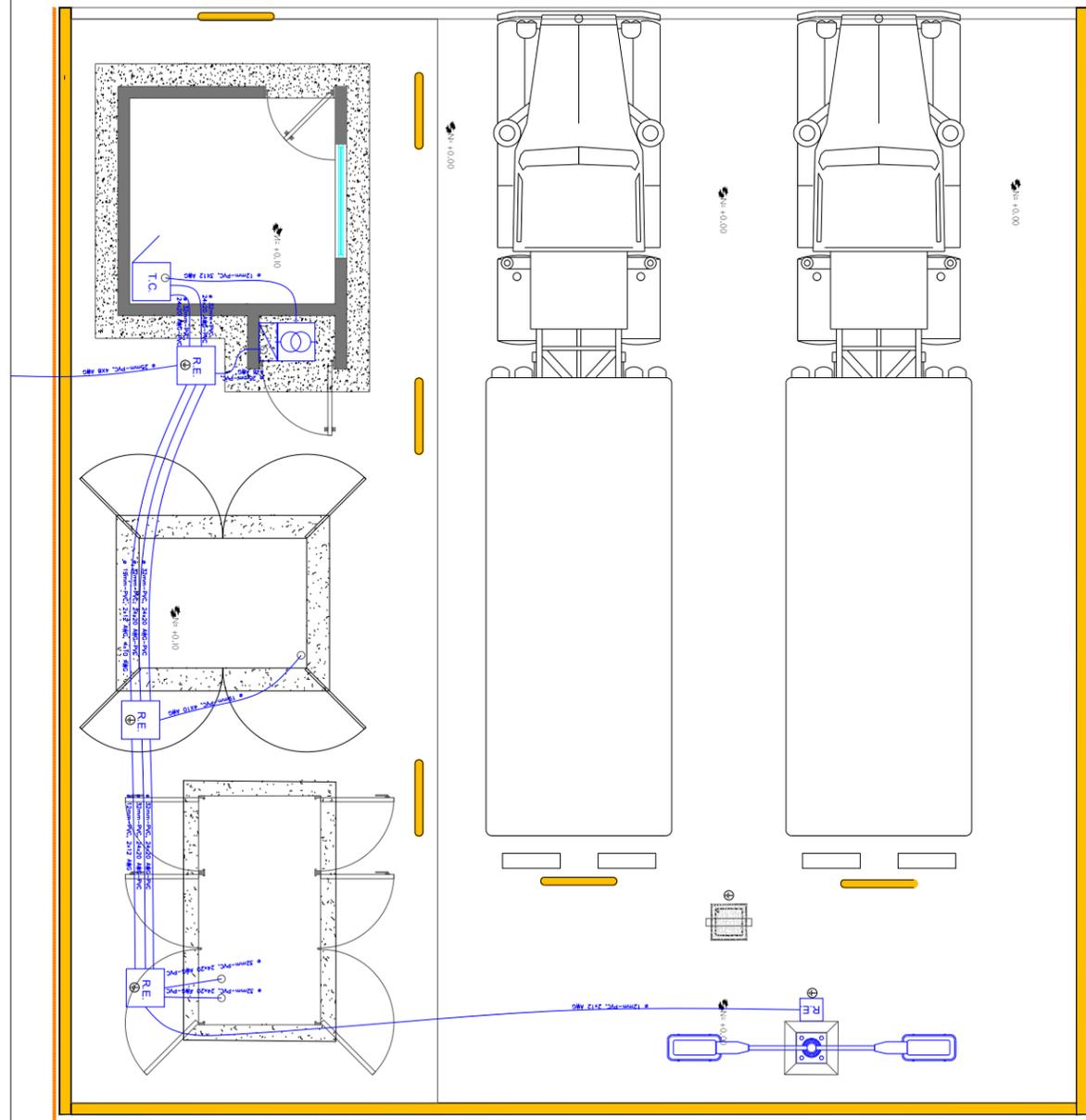
Escala:
S/E

No. de Plano:
01

PLANO TIPO ESTACION DESCOMPRESION GAS NATURAL
NOVASEM - MODULOS 20 FT

ANEXO I-4

Detalle eléctrico de la "Estación de Descompresión
NOVASEM"



ORIENTACION



Macrolocalización



Microlocalización

Especificaciones:

SIMBOLOGIA INSTALACION ELECTRICA	
	Panel de Control de Energía Eléctrica
	Conexión a Tierra
	Luminaria
	Panel de Energía Eléctrica
	Conexión a Tierra
	Luminaria
	Panel de Energía Eléctrica
	Conexión a Tierra
	Luminaria
	Panel de Energía Eléctrica
	Conexión a Tierra
	Luminaria

Proyecto: NOVASEM

Propietario: CORPORACIÓN CH4 S.A. DE C.V.



Fecha: MAY 2021

Ubicación: SAN CRISTOBAL, GUANAJUATO, MEX.

Plano: DETALLE ELÉCTRICO

Escala: S/E

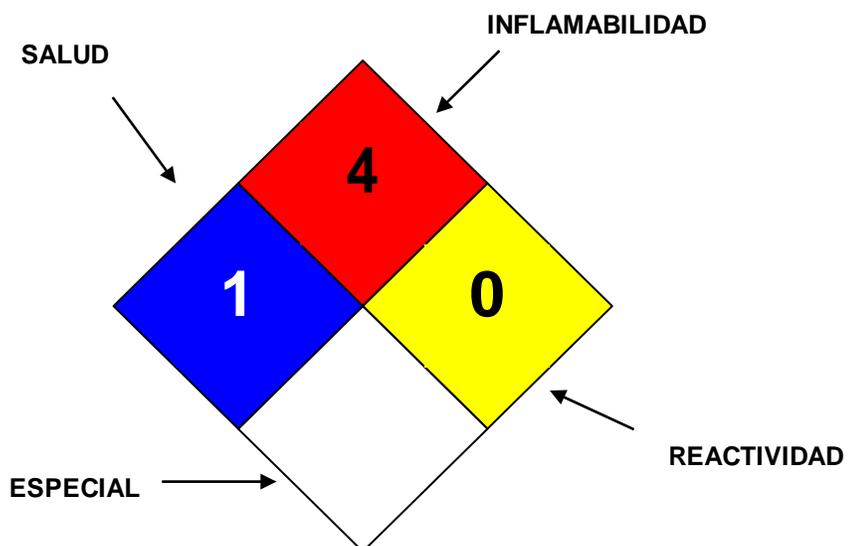
No. de Plano: 02

PLANO TIPO ESTACION DESCOMPRESION GAS NATURAL NOVASEM - MODULOS 20 FT

ANEXO I-5

Hoja de Seguridad del Gas Natural

Rombo de Clasificación de Riesgos



GRADOS DE RIESGO:

- 4. MUY ALTO
- 3. ALTO
- 2. MODERADO
- 1. LIGERO
- 0. MINIMO

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



HOJA DE SEGURIDAD GAS NATURAL

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Hoja de Seguridad No: HDS-DGQ-001

Nombre del Producto: Gas Natural

Nombre Químico: Metano

Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo

Fórmula Molecular: Mezcla (CH₄+ C₂H₆+ C₃H₈)

Sinónimos: Gas natural licuado, gas natural comprimido, gas de los pantanos, grisú, hidruro de metilo, Liquefied Natural Gas (LNG)

2. COMPOSICION E INFORMACION DE LOS COMPONENTES

MATERIAL	%	Número CAS (Chemical Abstracts Service)	LEP (Límite de Exposición Permisible)
Gas Natural (Metano)	89	74-82-8	Asfixiante Simple
Etano	5		
Propano	1		
Etil Mercaptano	17-28 ppm		Odorífico

El CAS del Etil Mercaptano es 75-08-01 y el ACGIH TLV: 0.5 ppm

3. IDENTIFICACION DE RIESGOS

HR: 3

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

El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad, las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire.

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



HOJA DE SEGURIDAD GAS NATURAL

Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Presenta además ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

SITUACION DE EMERGENCIA

Gas altamente inflamable. Deberá mantenerse alejado de fuentes de ignición, chispas, flama y calor.

Las conexiones eléctricas domésticas o carentes de clasificación son las fuentes de ignición más comunes. Debe manejarse a la intemperie ó en sitios abiertos a la atmósfera para conseguir la inmediata disipación de posibles fugas. Se deberá evitar el manejo del gas natural en espacios confinados ya que desplaza al oxígeno disponible para respirar. Su olor característico, por el odorífico utilizado, puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente; sin embargo, el sentido del olfato se perturba, a tal grado, que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas.

EFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

El gas natural no tiene color, sabor, ni olor, por lo que es necesario administrar un odorífico para advertir su presencia en caso de fuga.

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



4. PRIMEROS AUXILIOS

Ojos: El gas natural licuado puede salpicar a los ojos provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo. Aplique, con mucho cuidado, agua tibia en el ojo afectado. Solicite atención médica. Deberá manejarse con precaución el gas natural cuando esta comprimido ya que una fuga provocaría lesiones por la presión contenida en los cilindros.

Piel: Al salpicar el gas natural licuado sobre la piel provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente. Quítese los zapatos o la ropa y impregnada. Solicite atención médica.

Inhalación: No deberá exponerse a altas concentraciones de gas, en caso de lesionados, aléjelos del área contaminada para que respiren aire fresco. Si la víctima no respira, inicie de inmediato resucitación cardiopulmonar. Si presenta dificultad para respirar, adminístrese oxígeno medicinal (solo personal calificado). Solicite atención médica inmediata. El gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiente, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente en oxígeno. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia.

Ingestión: La ingestión de este producto no es un riesgo normal

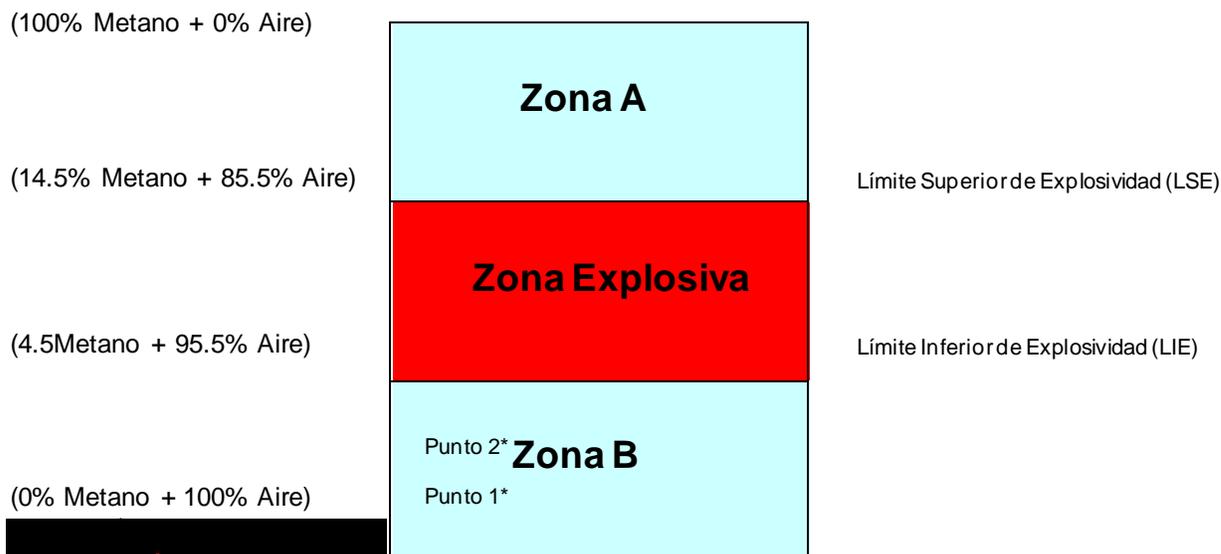
5. PELIGROS DE EXPLOSION E INCENDIO

Punto de Flash:	-222.0 °C	
Temperatura de Auto ignición:	650.0°C	
Límites de Explosividad:	Inferior	4.5 %
	Superior	15.0 %

Punto de Flash: Una sustancia con punto de flash de 38 °C o menor se considera peligrosa; entre 38 °C y 93 °C, moderadamente inflamable; mayor a 93 °C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del gas natural (– 222.0 °C) lo hace un compuesto sumamente inflamable.

Zonas A y B: En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 4.5% y más de 15.0% de gas natural no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición, sin embargo, en condiciones prácticas, deberá desconfiarse de las mezclas cuyos contenidos se acerquen a la zona explosiva. En la Zona Explosiva solo se necesita una fuente de ignición para desencadenar un incendio o explosión.

Mezcla de Aire + Gas Natural





HOJA DE SEGURIDAD GAS NATURAL

Calibración de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas:

Punto 1 = 20% del LIE.- Alarma visual y audible de presencia de gas en el ambiente.

Punto 2 = 60% del LIE.- Se deberán ejecutar acciones de bloqueo de válvulas, disparo de motores, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Zona Explosiva. Las mezclas del gas natural con aire en concentraciones entre 4.5% y 14.5% son explosivas, solo hará falta una fuente de ignición para que se desencadene una violenta explosión.

Extinción de Incendios: Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico), bióxido de carbono y aspersión de agua para las áreas afectadas por el calor o circundantes. Apague el fuego bloqueando la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios:

a) Fuga de gas natural a la atmósfera, sin incendio

Si esto sucede a la intemperie el gas natural se disipa fácilmente en las capas superiores de la atmósfera; contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al encontrar una fuente de ignición. Algunas recomendaciones para evitar este supuesto escenario son:

- ❖ El gas natural o metano es más ligero que el aire y por lo tanto, las fugas ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera, disipándose en el aire. Las techumbres deberán tener preventivamente venteos para desalojar las nubes de gas, de lo contrario, lo atraparán riesgosamente en las partes altas.

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

- ❖ Verificar anticipadamente por medio de pruebas y Auditorias que la integridad mecánica-eléctrica de las instalaciones está en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento):
 - Especificaciones de tubería (válvulas, conexiones, accesorios, etc.) y prácticas internacionales de ingeniería.
 - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales.
 - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, etc., en prevención a posibles fugas, con actuadores local y remoto en un refugio confiable.
 - Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con sistemas disponibles de aspersion, hidrantes y monitores, con revisiones y pruebas frecuentes.
 - Extintores portátiles.

- ❖ El personal de operación, mantenimiento, seguridad y contra incendio deberá estar capacitado, adiestrado y equipado para cuidar, manejar, reparar, y atacar incendios o emergencias, que deberá demostrarse a través de simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de ducto de transporte, etc.) y contra incendio.

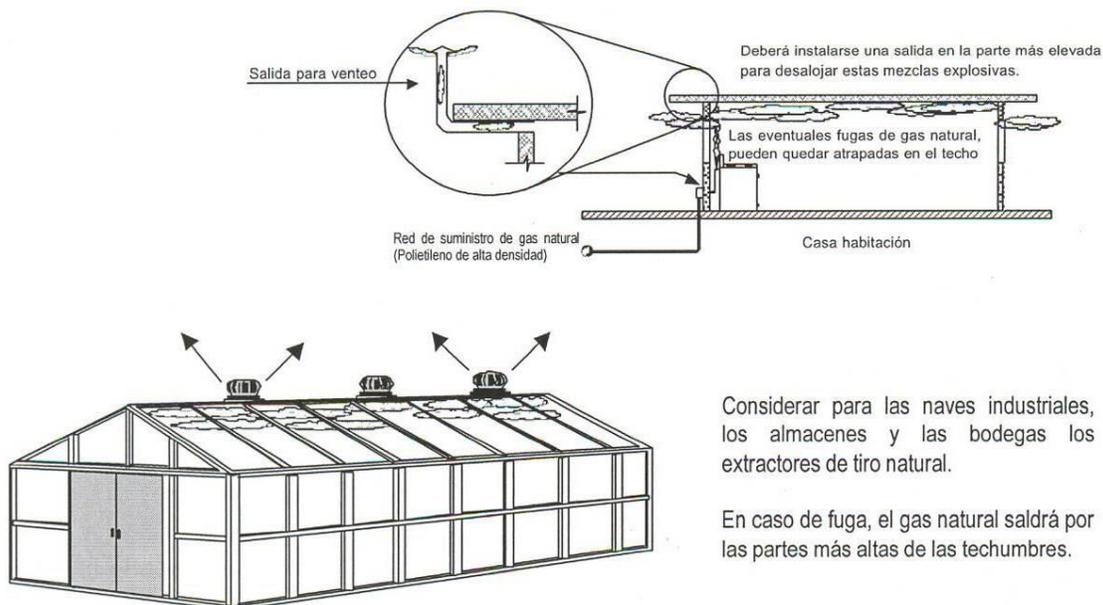
b) Incendio de una fuga de gas natural:

- ❖ Active el Plan de Emergencia según la magnitud del evento.
- ❖ Aún sin incendio, asegúrese que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.
- ❖ Bloquee las válvulas que alimentan la fuga y proceda con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia mientras enfría con agua las superficies

expuestas al calor, ya que el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos provoca daños catastróficos.

c) Peligro de Incendio y Explosión:

El gas natural y las mezclas de éste con el aire ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera; en ciertas concentraciones son explosivas. En una casa, habitación, o techumbre industrial, una fuga de gas natural asciende hacia el techo, y si ésta no tiene salida por la parte más alta, se quedará atrapada como se muestra en los dibujos (abajo), parte del gas sale por las ventanas y puertas hacia la atmósfera exterior, y otra parte se queda “atrapada” en la parte inferior del techo y en el momento en que se produzca alguna chispa (al energizar algún extractor, ventilador o el alumbrado) se producirá una violenta explosión.



Considerar para las naves industriales, los almacenes y las bodegas los extractores de tiro natural.

En caso de fuga, el gas natural saldrá por las partes más altas de las techumbres.



6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

Fuga en Espacios Abiertos:

Proceda a bloquear las válvulas que alimentan la fuga. El gas natural se disipará fácilmente. Tenga presente la dirección del viento.

Fuga en Espacios Cerrados:

Elimine precavidamente fuentes de ignición y prevenga venteos para expulsar las probables fugas que pudieran quedar atrapadas.

7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Todo sistema donde se maneje gas natural debe construirse y mantenerse de acuerdo a especificaciones que aseguren la integridad mecánica y protección de daños físicos. En caso de fugas en un lugar confinado, el riesgo de incendio o explosión es muy alto.

Precauciones en el Manejo:

Evite respirar altas concentraciones de gas natural. Procure la máxima ventilación para mantener las concentraciones de exposición por debajo de los límites recomendados. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas.

8. CONTROLES CONTRA EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

Controles de Ingeniería:

Utilice sistemas de ventilación natural en áreas confinadas, donde existan posibilidades de que se acumulen mezclas inflamables. Observe las normas eléctricas aplicables para este tipo de instalaciones.

Equipo de Protección Personal:

Es obligatorio el uso del uniforme de trabajo durante toda la jornada:

- ❖ Casco: Para la protección de la cabeza contra impactos, penetración, shock eléctrico y quemaduras.
- ❖ Lentes de seguridad: Para protección frontal, lateral y superior de los ojos.
- ❖ Ropa de trabajo: Camisola manga larga y pantalón u overall de algodón 100 % y guantes de cuero.
- ❖ Botas industriales de cuero con casquillo de protección y suela anti-derrapante a prueba de aceite y químicos.
- ❖ Evite el contacto de la piel con metano en fase líquida ya que se provocarán quemaduras por congelamiento.

Protección Respiratoria:

Utilizar líneas de aire comprimido con mascarilla, o aparatos auto contenidos para respiración (SCBA) ya que una mezcla aire + metano es deficiente en oxígeno y asfixiante para respirarlo. La mezcla puede ser explosiva, requiriéndose aquí, precauciones extremas, ya que al encuentra una fuente de ignición, explotará.



9. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

Fórmula Molecular Mezcla:	(CH₄ + C₂H₆ + C₃H₈)
Peso Molecular:	18.2
Temperatura de Ebullición @ 1 atmósfera:	-160.0 °C
Temperatura de Fusión:	-182.0 °C
Densidad de los Vapores (Aire = 1)@15.5 °C:	0.61 (Más ligero que el aire)
Densidad del Líquido (Agua = 1) @ 0°/4 °C:	0.554
Relación de Expansión:	1 lt de líquido se convierte en 600 lt de gas
Solubilidad en Agua @ 20 °C:	Ligeramente soluble (de 0.1 @ 1.0%)
Apariencia y Color:	Gas incoloro, insípido y con ligero olor a huevos podridos, por la adición de mercaptanos para detectar su presencia en caso de fugas.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química:

Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Condiciones a Evitar:

Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, cloro, flúor, heptafluoruro de yodo, tetrafluoroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO₂, NF₃, OF₂).

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



HOJA DE SEGURIDAD GAS NATURAL

Productos Peligrosos de Descomposición:

Los gases o humos que produce su combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico).

Peligros de Polimerización:

No polimeriza.

11. INFORMACION TOXICOLOGICA

El gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.

12. INFORMACION ECOLÓGICA

El gas natural es un combustible limpio, los gases producto de la combustión, tienen escasos efectos adversos en la atmósfera. Sin embargo, las fugas de metano están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero, causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera (con un potencial 21 veces mayor que el **CO₂**). El gas natural no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono. Su combustión es más eficiente y limpia por lo que se considera un combustible ecológico que responde satisfactoriamente a los requerimientos del INE, SEMARNAP y la Secretaría de Energía, así como a la normatividad que entró en vigor a partir de 1998.

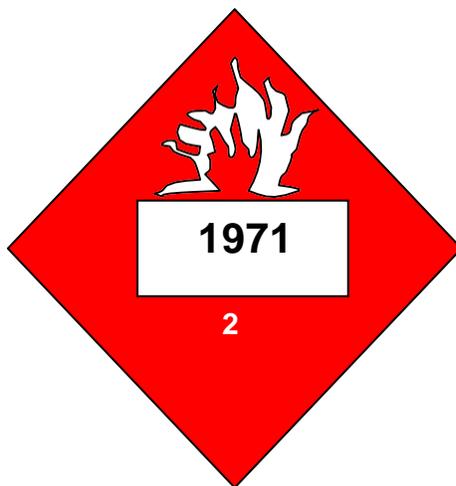
UBICACIÓN DEL PROYECTO,
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA
LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE
LA LFTAIP

13. DISPOSICION DE LOS RESIDUOS

El gas natural no deja residuos.

14. INFORMACION SOBRE SU TRANSPORTACION

Nombre Comercial: Gas Natural
Identificación: *DOT 1971 y 1972 (Organización de Naciones Unidas)
Clasificación de Riesgo: *DOT Clase 2; División 2.1
Leyenda en la etiqueta: **GAS INFLAMABLE**



*DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos).
1971 = Número asignado por ONU al gas natural.
1972 = Número para gas natural licuado o refrigerado
2 = Clasificación de Riesgo de DOT

15. REGLAMENTACIONES

Leyes, Reglamentos y Normas:

La cantidad de reporte del gas natural es de 500 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

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

16. INFORMACION ADICIONAL

Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte de gas natural deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables y mantenerse herméticos para evitar fugas.

El suministro de gas natural, para quemarse en las fuentes fijas, se hace a través de ductos subterráneos de transporte y distribución. Se suministra en diferentes rangos de presión (de 4 a 32 kgf/cm) y temperatura (de 8 a 38 °C) a la industria y a las redes de distribución comercial y doméstica, donde se utiliza en:

- ❖ Generación de energía eléctrica (termoeléctricas).
- ❖ Generación de vapor.
- ❖ Calentadores de fuego directo.
- ❖ Turbo-maquinaria (turbo-compresores, turbo-bombas, turbo-sopladores).
- ❖ Estaciones distribuidoras de gas natural para carburación de motores (tractores agrícolas, automotores, camiones, etc.). Se utilizan dos sistemas: gas natural comprimido (temperatura ambiente y presión máxima de 210 kgf/cm) y gas natural licuado a 6.3 kgf/cm y temperatura de -140°C con tanques termo.
- ❖ Usos domésticos y comerciales.
- ❖ En la industria petroquímica se utiliza principalmente como materia prima para producir amoníaco, metanol, etileno, polietileno.

Se requiere que el personal que trabaja con gas natural sea entrenado apropiadamente en los procedimientos de manejo y operación, de acuerdo a las



HOJA DE SEGURIDAD GAS NATURAL

normas aplicables. La instalación y mantenimiento de los sistemas y recipientes debe realizarse por personas calificadas y entrenadas.

FECHA DE ELABORACION

Junio de 2005

Jesus Velazquez Aguirre

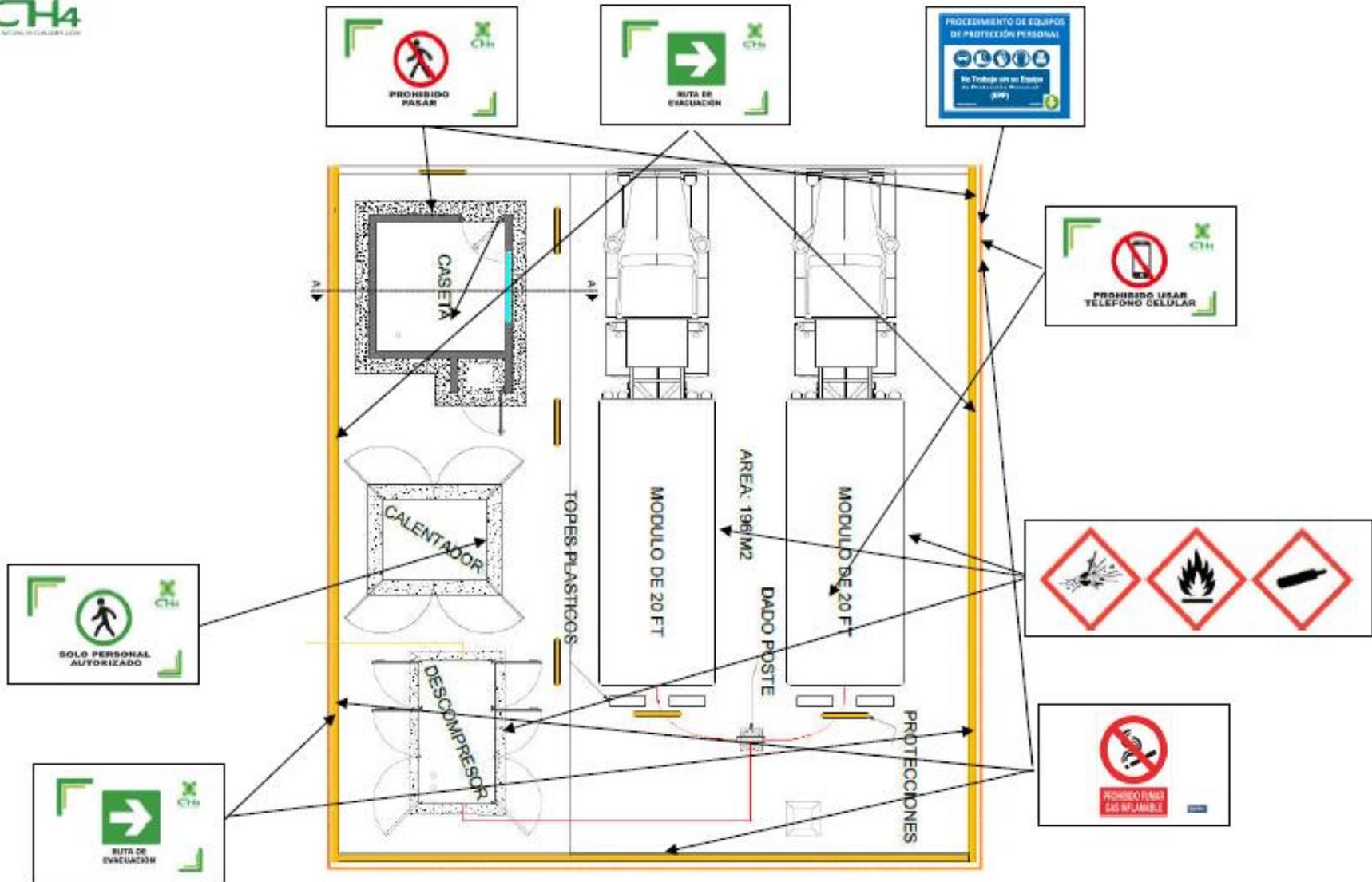
PCMASS

La información presentada en este documento se considera verdadera a la fecha de emisión. Sin embargo, no existe garantía expresa o implícita respecto a la exactitud y totalidad de conceptos que deben incluirse, o de los resultados obtenidos en el uso de este material. Asimismo, el productor no asume ninguna responsabilidad por daños o lesiones al comprador o terceras personas por el uso indebido de este material, aún cuando se cumplan las indicaciones de seguridad expresadas en este documento, el cual se preparó sobre la base de que el comprador asume los riesgos derivados del mismo

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

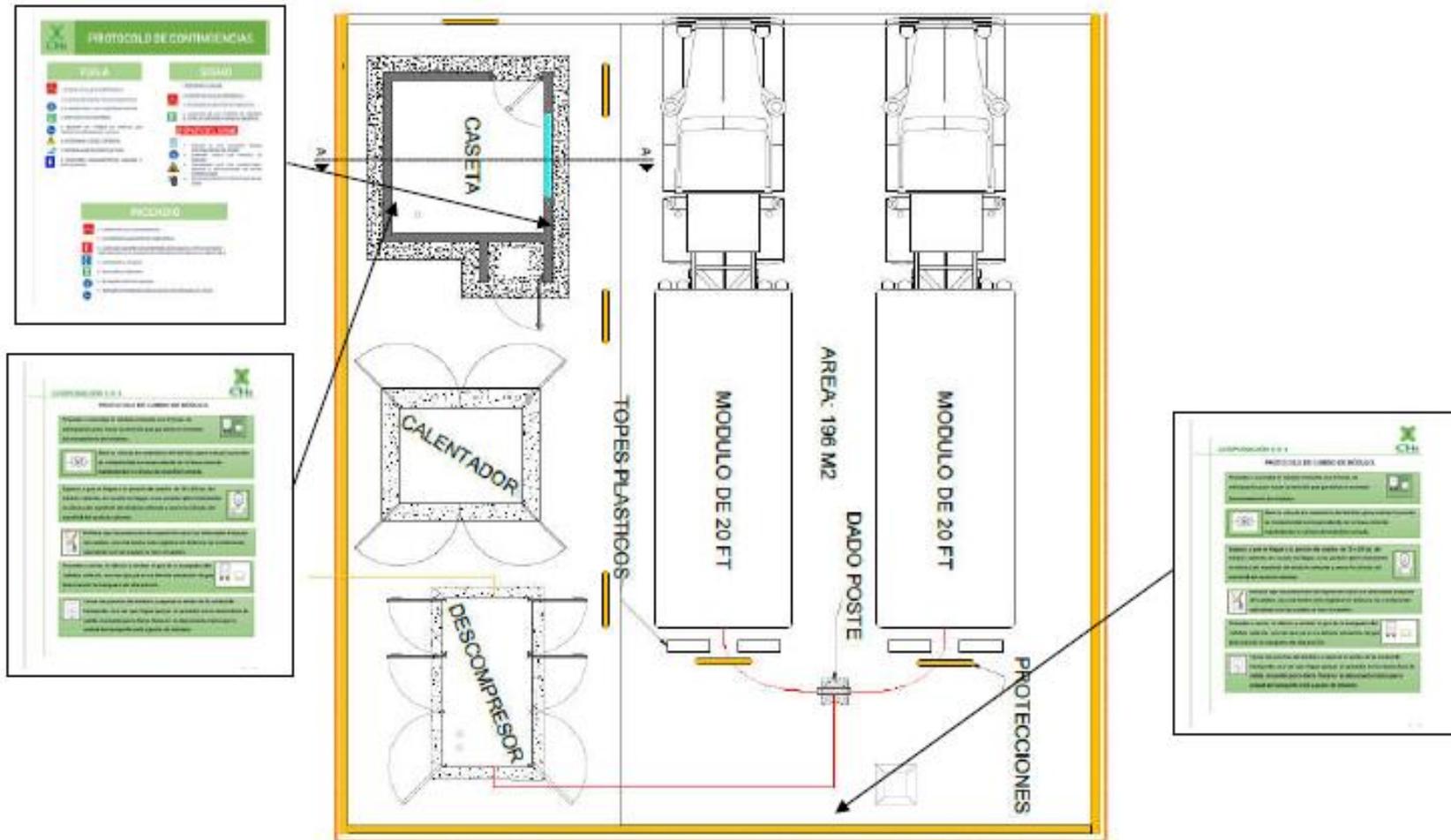
ANEXO I-6

Señales de Seguridad en la
"Estación de Descompresión NOVASEM"



Señales de seguridad en la Estación de Descompresión NOVASEM

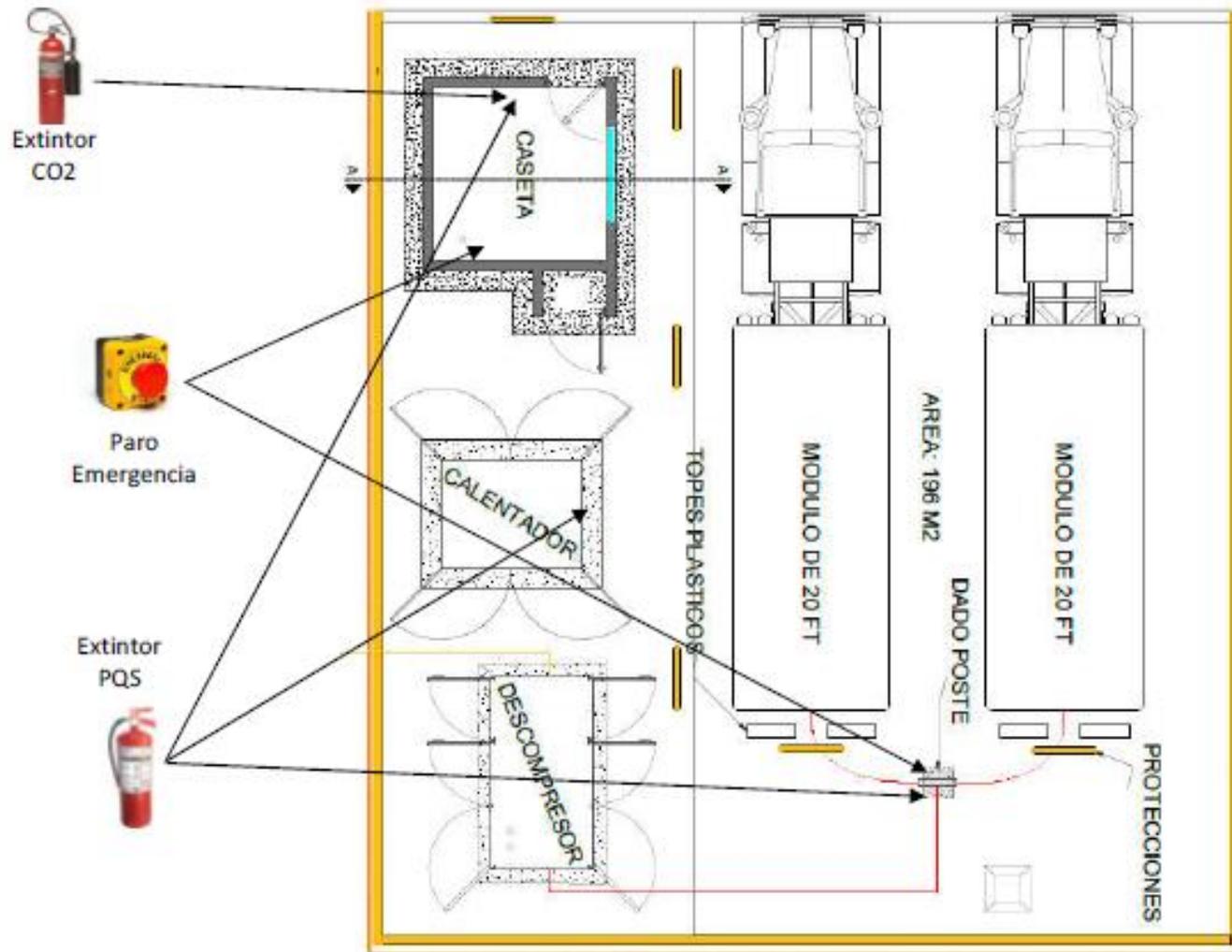
Estación de Descompresión NOVASEM



Instructivos y Protocolos de acción en la Estación de Descompresión NOVASEM

ANEXO I-7

Ubicación de Paros de emergencia y Extintores en la
"Estación de Descompresión NOVASEM"



Ubicación de Paros de emergencia y Extintores en la “Estación de Descompresión NOVASEM”

ANEXO I-8

Integrantes del Grupo Multidisciplinario

Acta Constitutiva

Guadalajara, Jalisco, 03 de marzo 2022.

Asunto: ACTA CONSTITUTIVA

CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
ACTA CONSTITUTIVA
GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS
Lugar: Sala de Juntas de la empresa CORPORACIÓN C H 4, S.A. de C.V.

Calle La Luna, número 2495, Colonia Jardines del Bosque Centro, Código Postal 44520, Guadalajara, Jalisco.

En reunión efectuada en las oficinas de la empresa CORPORACIÓN C H 4, S.A de C.V. se declara formalmente constituido el Grupo Multidisciplinario para llevar a cabo el análisis de riesgos por la metodología HazOp y What if, para el proyecto denominado "Estación de Descompresión NOVASEM", quedando integrado de la siguiente manera:

NOMBRE COMPLETO	EMPRESA Y CARGO	FIRMA
	Gerente de proyectos Corporación CH4	
	GRUPO INGENIEROS de R.L de CV Ingeniería de Proyectos	
	GRUPO INGENIEROS de R.L de C.V. Ingeniero de Proyecto	
	GRUPO INGENIEROS, S. de R.L de C.V. Medio ambiente	
	GRUPO INGENIEROS, S DE R.L DE C.V. Seguridad y Medio Amb.	
	GRUPO INGENIEROS, S. de R.L de C.V. Encargada de Seguridad e Higiene.	

NOMBRES Y FIRMAS DE PERSONAS FISICAS ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP



NOMBRE COMPLETO	EMPRESA Y CARGO	FIRMA
<div style="background-color: black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">NOMBRES Y FIRMAS DE PERSONAS FÍSICAS ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p> </div>	Grupo INGENII S de RL C.V.	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 100%;"></div>
	Analista de Riesgo Grupo INGENII S de RL C.V.	

Se acuerda que los días 03 y 04 de marzo de 2022 en un horario de 10:00 a 14:00 horas se reunirá el Grupo Multidisciplinario para tratar los temas de la presente Acta Constitutiva, en las oficinas de la empresa CORPORACIÓN C H 4, S.A de C.V. y se firmará una lista de asistencia.



ANEXO I-9

Lista de asistencia

Guadalajara, Jalisco, 03 de marzo 2022.

Asunto: LISTA DE ASISTENCIA

GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS

NOMBRE COMPLETO	EMPRESA Y CARGO	ESPECIALIDAD	FIRMA
	Corporación CH4 Gerente de Proyectos	Instrumentación y control	
	GRUPO INGENU S de RL de CV Ingeniero de Proyectos	Proyectos	
	GRUPO INGEN S. de B.L. de C.V. Ingeniero de Proyectos	Geología	
	GRUPO INGEN III, S. de R.L. de C.V. Medio ambiente	Medio ambiente	
	GRUPO INGEN II, S. DE R.L. DE CU Seguridad y Medio A.	Seguridad y Medio Amb.	
	GRUPO INGEN I, S. de R.L. de C.V. Encargada de Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene.	
	GRUPO INGEN II S de R.L. de C.V. Analista de Riesgo	Analista de Riesgo	
	GRUPO INGEN III S de R.L. de C.V.	Analista de Riesgo	

NOMBRES Y FIRMAS DE PERSONAS FISICAS ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIIP



Guadalajara, Jalisco, 04 de marzo 2022.

Asunto: LISTA DE ASISTENCIA

GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS

NOMBRE COMPLETO	EMPRESA Y CARGO	ESPECIALIDAD	FIRMA
<p style="color: red; text-align: center;">NOMBRES Y FIRMAS DE PERSONAS FÍSICAS ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p>	Corporación CH4 Gerente de proyectos	Instrumentación y control	
	GRUPO INGENIIS de R.L. de C.V. Ingeniería de Proyecto	Proyectos	
	GRUPO INGENIIS de R.L. de C.V. Ingeniería de Proyecto	Geología	
	GRUPO INGENIIS de R.L. de C.V. Medio ambiente	Medio ambiente	
	GRUPO INGENIIS, S. DE R.L. DE C.V. Seguridad y Medio A.	Seguridad y Medio Amb.	
	GRUPO INGENIIS, S. de R.L. de C.V. encargada de seguridad e higiene	Seguridad e Higiene.	
Grupo INGENIIS de R.L. de C.V. Analista de Riesgo	Analista de Riesgo		
Grupo INGENIIS de R.L. de C.V.	Analista de Riesgo		



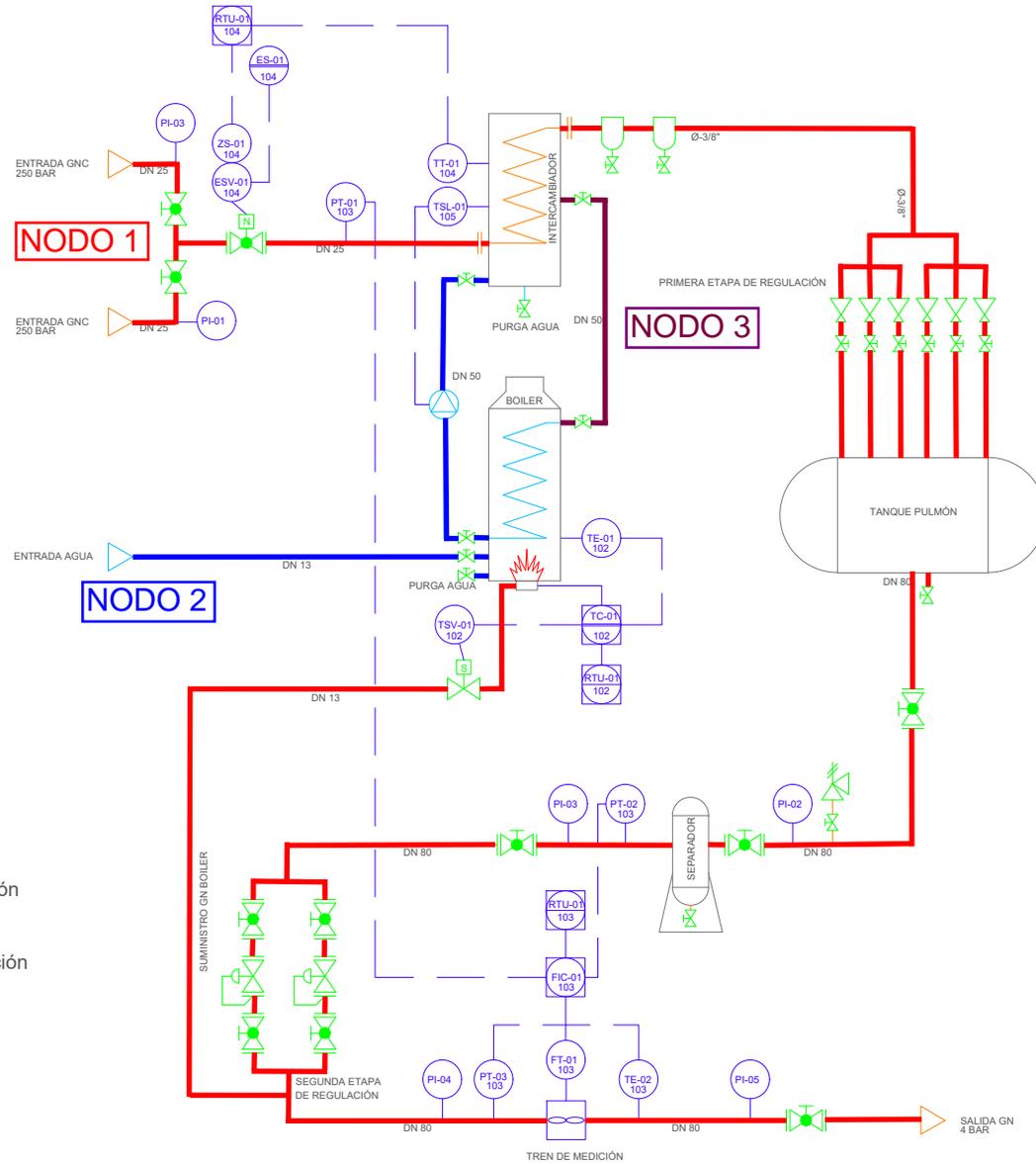
ANEXO I-10

Nodos analizados para la identificación y
ponderación de los riesgos

Nodo 1 Gas natural
Nodo 2 Agua de calentamiento
Nodo 3 Agua de retorno

CONDICIONES DE PROCESO GNC

1. Módulos de almacenamiento Móvil:
 - Temp. 30 °C
 - Presión 250 Bar
2. Línea de alta presión a PRU
 - Temp. 5 °C
 - Presión 249 Bar
3. Salida de intercambiador
 - Temp. 70 °C
 - Presión 247 Bar
4. Salida de primera Etapa de Regulación
 - Temp. 35 °C
 - Presión 18 Bar
5. Salida de segunda Etapa de Regulación
 - Temp. 25 °C
 - Presión 4 Bar
6. Salida de PRU
 - Temp. 23 °C
 - Presión 3.8 Bar
 - Flujo 600 Nm³/h



SIMBOLOGIA	
	FILTRO
	VALVULA DE SOLA BREVEDA MANUAL
	VALVULA REGULADORA AUTOOPERADA
	VALVULA SOLENOIDE
	VALVULA PNEUMATICA
	VALVULA DE SEGURIDAD
	VALVULA DREN
	CONTROL DE LADO
	INSTRUMENTO DE CAMPO
	ELEMENTO PRIMARIO DE FLUJO
	SEÑAL DE CONTROL
	LINEA DE GAS NATURAL
	LINEA DE AGUA
Especificaciones:	
Propietario:	Corporación CH4, S.A. de C.V.
Proyecto:	ACTUALIZACIÓN SCADA
 CH4 LA ENERGÍA Y SEGURIDAD NATURAL	
Fecha:	15/01/2022
Edición:	N/A
N/A	
Plano:	DTI BONGAS 600
Escala:	N/A
No. de Plano:	01

DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTOS DE UNIDADES DE REGULACIÓN DE PRESIÓN TIPO BONGAS-600

ANEXO I-11

Hojas de Trabajo HazOp

HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 1. Alta presión en el sistema de descompresión de gas.

LOI: 4 bar

LOS: 250 bar

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
1	Falla en la válvula ESV-01 104 (cerrada).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Represionamiento en la línea de entrada. 2. Daños al equipo. 3. Posible fuga. 4. Posible incendio y/o explosión. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de presión PT-01 103. 2. Línea de desfogue del poste de descarga. 3. Válvula de corte en el poste de descarga. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	3	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 2	C	Verificar el cumplimiento del programa MIP.
2	Taponamiento del filtro coalescente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros. 2. Daños al equipo. 3. Gas natural fuera de especificación. 4. Posible fuga. 5. Posible explosión y/o incendio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de presión PT-01 103. 2. Líneas de desfogue del poste de descarga. 3. Válvula de corte en el poste de descarga. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	4	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Dar mantenimiento preventivo a los equipos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
3	Falla en válvula de primera etapa de regulación (cerrado).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Represionamiento en la línea. 2. Daños al intercambiador 3. Posible fuga. 4. Posible incendio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de presión PT-01 103. 2. Válvula de seguridad. 3. Válvula de corte en el poste de descarga. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	3	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 2	C	Se deberá seguir y atender el programa de mantenimiento y calibración de válvulas reductora de presión que indique el fabricante.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 1. Alta presión en el sistema de descompresión de gas.

LOI: 4 bar

LOS: 250 bar

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
4	Taponamiento del filtro de partículas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros. 2. Daños al equipo. 3. Gas natural fuera de especificación. 4. Posible fuga. 5. Posible explosión y/o incendio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de presión PT-01 103. 2. Líneas de desfogue del poste de descarga. 3. Válvula de corte en el poste de descarga. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	4	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Dar mantenimiento preventivo a los equipos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
5	Falla en válvula de segunda etapa de regulación (abierto).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Represionamiento en la línea. 2. Daños al intercambiador 3. Posible fuga. 4. Posible incendio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de presión PT-02 103. Transmisor de presión PT-03 103. 2. Líneas de desfogue. 3. By-pass de la segunda etapa de regulación. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 5. Válvula de bloqueo de gas. 	3	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 2	C	Se deberá seguir y atender el programa de mantenimiento y calibración de válvulas reductora de presión que indique el fabricante.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 2. Baja presión en el sistema de descompresión de gas.

LOI: 4 bar

LOS: 250 bar

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
6	Sin causa de interés			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 3. Alta temperatura en el sistema de descompresión de gas. **LOI:** -20°C **LOS:** 5°C **LSI:** **LSS:**

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
7	Sin causa de interés			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 4. Baja temperatura en el sistema de descompresión de gas. **LOI:** 0°C **LOS:** 5°C **LSI:** **LSS:**

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
8	Falla en el sistema de calentamiento de gas natural.	1. Congelamiento de tubería y/o accesorios. 2. Daño al intercambiador 3. Daños a los filtros.	1. Transmisor de temperatura TT-01 104. 2. Interruptor por baja temperatura TSL-01 105. 3. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	1. Cumplir con los programas de mantenimiento a instrumentos de control y de monitoreo. 2. Asegurar la operación confiable de las alarmas de estado del calentador.
9	Falla en el calentador de agua (falta de suministro de gas).	1. Congelamiento de tubería y/o accesorios. 2. Daño al intercambiador. 3. Daños al filtros.	1. Transmisor de temperatura TT-01 104. 2. Interruptor por baja temperatura TSL-01 105. 3. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	Pers: 1 Com: 1 Inst: 1	C	1. Cumplir con los programas de mantenimiento a instrumentos de control y de monitoreo. 2. Asegurar la operación confiable de las alarmas de estado del calentador.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 5. Alto flujo en el sistema de descompresión de gas.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
10	Sin causa de interés			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 6. Bajo flujo en el sistema de descompresión de gas.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
11	Sin causa de interés			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 1. De contenedor MAM a poste de descarga, pasando por el sistema de descompresión hasta entrega final de gas natural a cliente y línea de alimentación a calentador.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Gas natural

Desviación: 7. Sin flujo en el sistema de descompresión de gas.

LOI: 600 m3/h

LOS: 700 m3/h

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
12	Taponamiento del filtro coalescente.	1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros. 2. Daños al equipo. 3. Gas natural fuera de especificación. 4. Posible fuga. 5. Posible explosión y/o incendio.	1. Transmisor de presión PT-02 103. 2. Indicador controlador de flujo FIC 01 103. 3. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Dar mantenimiento preventivo a los equipos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
13	Taponamiento del filtro de partículas.	1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros. 2. Daños al equipo. 3. Gas natural fuera de especificación. 4. Posible fuga. 5. Posible explosión y/o incendio.	1. Transmisor de presión PT-02 103. 2. Indicador controlador de flujo FIC 01 103. 3. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Dar mantenimiento preventivo a los equipos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
14	Desprendimiento de manguera del poste de descarga por movimiento de MAM.	1. Sin suministro de gas a clientes. 2. Pérdidas económicas. 3. Posible fuga.	1. Válvulas Break Away. 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Dar capacitación al personal en procedimientos operativos para trabajos en la estación de descompresión (EPO).



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 2. Entrada de agua para calentamiento de gas natural.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 1. Alta temperatura a la salida del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
15	Falla del calentador de agua en posición (ON).	<ol style="list-style-type: none"> Aumento de temperatura del gas natural. Daños en los internos del intercambiador. Posible generación de vapor. Posible aumento de presión. Posible daño a la bomba de agua. 	<ol style="list-style-type: none"> Controlador de temperatura TC-01 102 Transmisor de temperatura TT-01 104. interruptor por baja temperatura TSL-01 105. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	2	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Dar mantenimiento preventivo al equipo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
16	Falla en la válvula del suministro de agua externa para reposición, (error humano, con la capacidad de agua del calentador menor al 90%).	<ol style="list-style-type: none"> Aumento de temperatura del gas natural. Daños en los internos del intercambiador. Posible generación de vapor. Posible aumento de presión. Posible daño a la bomba de agua. 	<ol style="list-style-type: none"> Controlador de temperatura TC-01 102 Transmisor de temperatura TT-01 104. interruptor por baja temperatura TSL-01 105. Alarma por bajo nivel del calentador. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	4	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Se recomienda seguir los procedimientos y protocolos de cada evento operativo, capacitación continua al operador.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 2. Entrada de agua para calentamiento de gas natural.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 2. Baja temperatura a la salida del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
17	Sin suministro de gas natural al calentador.	1.- Sin calentamiento de gas natural en el intercambiador. 2. Problemas operacionales aguas abajo en el sistema de gas natural. 3. Pérdidas económicas.	1. Controlador de temperatura TC-01 102. 2. Transmisor de temperatura TT-01 104. 3. interruptor por baja temperatura TSL-01 105. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	2	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Se recomienda seguir los procedimientos y protocolos de cada evento operativo, capacitación continua al operador.
18	Falla del calentador de agua en posición apagado (OFF).	1.- Sin calentamiento de gas natural en el intercambiador. 2. Problemas operacionales aguas abajo en el sistema de gas natural. 3. Pérdidas económicas.	1. Controlador de temperatura TC-01 102. 2. Transmisor de temperatura TT-01 104. 3. interruptor por baja temperatura TSL-01 105. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	2	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Se recomienda seguir los procedimientos y protocolos de cada evento operativo, capacitación continua al operador.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 2. Entrada de agua para calentamiento de gas natural.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 3. Alta presión a la salida del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
19	Sin causa de interés			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 2. Entrada de agua para calentamiento de gas natural.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 4. Baja presión a la salida del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
20	Sin causa de interés.			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 2. Entrada de agua para calentamiento de gas natural.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 5. Diferente composición de agua.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
21	Sin causa de interés.			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 2. Entrada de agua para calentamiento de gas natural.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 6. Alto flujo a la entrada del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
22	Sin causa de interés.			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 03/03/2022

Nodo: 2. Entrada de agua para calentamiento de gas natural.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 7. Bajo flujo o sin flujo a la salida del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
23	Bajo o sin flujo de agua de alimentación al calentador. (falta de suministro)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento de temperatura del gas natural. 2. Daños en los internos del calentador. 3. Posible generación de vapor. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Controlador de temperatura TC-01 102 2. Transmisor de temperatura TT-01 104. 3. interruptor por baja temperatura TSL-01 105. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 5. Válvula de alivio del calentador. 6. Alarma por bajo nivel del calentador. 	2	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Se recomienda seguir los procedimientos y protocolos de cada evento operativo, capacitación continua al operador.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 04/03/2022

Nodo: 3. Retorno de agua del intercambiador de calor.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 1. Alta temperatura a la entrada del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
24	Falla del lazo de control del transmisor de temperatura TC-01 104.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento de temperatura del gas natural. 2. Daños en los internos del calentador. 3. Posible generación de vapor. 4. Problemas operacionales aguas abajo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de temperatura TT-01 104. 2. interruptor por baja temperatura TSL-01 105. 3. Elemento de temperatura TE-02 103 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	2	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se recomienda llevar a cabo programas de mantenimiento que indique el fabricante de la instrumentación y control neumática y eléctrica de los equipos y accesorios. 2. Se recomienda atender los programas de mantenimiento que marque el fabricante en accesorios y dispositivos de control.
25	Falta de flujo de gas natural en el intercambiador.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daños en los internos del calentador. 2. Posible generación de vapor. 3. Pérdida económicas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Controlador de temperatura TC-01 102 2. Transmisor de temperatura TT-01 104. 3. interruptor por baja temperatura TSL-01 105. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 	3	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Verificar el cumplimiento del programa EPO.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 04/03/2022

Nodo: 3. Retorno de agua del intercambiador de calor.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 2. Baja temperatura a la entrada del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
26	Sin causa de interés.			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 04/03/2022

Nodo: 3. Retorno de agua del intercambiador de calor.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 3. Alta presión a la entrada del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
27	Sin causa de interés.			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 04/03/2022

Nodo: 3. Retorno de agua del intercambiador de calor.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 4. Baja presión a la entrada del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
28	Sin causa de interés			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 04/03/2022

Nodo: 3. Retorno de agua del intercambiador de calor.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 5. Diferente composición de agua de retorno.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
29	Sin causa de interés			1	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Sin recomendaciones.



HAZOP Estación de Descompresión NOVASEM

Compañía: CH4

Area/proceso: Estación de Descompresión
NOVASEM

Fecha: 04/03/2022

Nodo: 3. Retorno de agua del intercambiador de calor.

Diagramas: DTI BonGas 600B

Producto: Agua

Desviación: 6. Sin flujo a la entrada del calentador.

LOI:

LOS:

LSI:

LSS:

Num	Causa	Consecuencias	Protecciones	F	C	R	Recomendaciones
30	Cierre de válvulas por error humano.	<ol style="list-style-type: none"> Daños al intercambiador. Deficiencia en el calentamiento de gas. Problemas operacionales aguas abajo. Paro de planta. Pérdidas económicas. 	<ol style="list-style-type: none"> Transmisor de temperatura TT-01 104. Controlador de temperatura TC-01 102 Paro por emergencia en la estación de descompresión. Válvula de alivio del calentador. Alarma por bajo nivel del calentador. 	2	Pers: 1 Com: 1 Amb: 1 Inst: 1	C	Verificar el cumplimiento del programa EPO.
			<ol style="list-style-type: none"> Paro por emergencia en la estación de descompresión. 				



ANEXO I-12

Hojas de Trabajo ¿Qué pasa sí...?

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 1. Factores internos

Subsistema: 1. Ambiente laboral

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
1 Insatisfacción de personal	1 Incumplimiento de acuerdos	1 Incidentes y Accidentes	Política de trabajo	2	3	C	2	3	C	2	2	C	2	2	C	1. Aplicar el proceso continuo de selección, contratación y capacitación. 2. Adiestramiento del personal para la operación y mantenimiento de la estación de descompresión.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Daño a equipos e instalación	Estabilidad laboral	2	1	C	2	1	C	2	2	C	2	2	C		
		3 Daños a terceros	Estabilidad laboral	2	1	C	2	3	C	2	2	C	2	2	C		
		4 Daños al medio ambiente	Estabilidad laboral	2	1	C	2	1	C	2	3	C	2	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Prestaciones	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
		6 Ausentismo	Evaluación de desempeño	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
	2 Problemas económicos	1 Incidentes y Accidentes	Salarios justos	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Estabilidad laboral	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		3 Daños a terceros	Estabilidad laboral	3	1	C	3	2	C	3	2	C	3	1	C		
		4 Daños al medio ambiente	Estabilidad laboral	3	1	C	3	1	C	3	3	C	3	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Prestaciones	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
		6 Ausentismo	Educación financiera	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
	3 Problemas personales	1 Incidentes y Accidentes	Respetar horarios de trabajo	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Estabilidad laboral	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		3 Daños a terceros	Estabilidad laboral	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		4 Daños al medio ambiente	Estabilidad laboral	3	1	C	3	1	C	3	3	C	3	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Horarios flexibles	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
		6 Ausentismo	Prestaciones	4	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 1. Factores internos

Subsistema: 1. Ambiente laboral (continuación)

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
4 Falta de equidad		1 Incidentes y Accidentes	Política de trabajo	2	3	C	2	3	C	2	1	C	2	1	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Prestaciones	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
		3 Daño a terceros	Evaluación de desempeño	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
		4 Daños al medio ambiente	1. Programa de capacitación. 2. Línea de mando efectiva.	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Prestaciones	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
		6 Ausentismo	Evaluación de desempeño	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
5 Comunicación no efectiva		1 Incidentes y Accidentes	Línea de mando efectiva	3	3	C	3	3	C	3	2	C	3	2	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Funciones y responsabilidades del puesto bien definidas	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		3 Daño a terceros	Funciones y responsabilidades del puesto bien definidas	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		4 Daños al medio ambiente	Funciones y responsabilidades del puesto bien definidas	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Programa de capacitación	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
		6 Ausentismo	Funciones y responsabilidades del puesto bien definidas	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 1. Factores internos

Subsistema: 1. Ambiente laboral (continuación)

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?		
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad	
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR			
	6 Recursos insuficientes	1 Incidentes y Accidentes	Programación de logísticas de trabajo	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			
		2 Daño a equipos e instalación	Difusión de procedimientos administrativos	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			
		3 Daños a terceros	Difusión de procedimientos administrativos	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			
		4 Daños al medio ambiente	Difusión de procedimientos administrativos	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			
		5 Incumplimiento de objetivos	Programación adecuada de las solicitudes presupuestales	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			
2 Estrés laboral	1 Incumplimiento de acuerdos	1 Incidentes y Accidentes	Política de trabajo	2	3	C	2	3	C	2	2	C	2	2	C	1. Aplicar el proceso continuo de selección, contratación y capacitación. 2. Adiestramiento del personal para la operación y mantenimiento de la estación de descompresión.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.	
		2 Daño a equipos e instalación	Estabilidad laboral	2	1	C	2	1	C	2	2	C	2	2	C			
		3 Daños a terceros	Estabilidad laboral	2	1	C	2	3	C	2	2	C	2	2	C			
		4 Daños al medio ambiente	Estabilidad laboral	2	1	C	2	1	C	2	3	C	2	1	C			
		5 Incumplimiento de objetivos	Prestaciones	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			
		6 Ausentismo	Evaluación de desempeño	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			
	2 Falta de equidad		1 Incidentes y Accidentes	Política de trabajo	2	3	C	2	3	C	2	1	C	2	1	C		
			2 Daño a equipos e instalación	Estabilidad laboral	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
			3 Daños a terceros	Salarios justos	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
			4 Daños al medio ambiente	1. Programa de capacitación. 2. Línea de mando efectiva.	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
5 Ausentismo			Evaluación de desempeño	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C			

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 1. Factores internos

Subsistema: 1. Ambiente laboral (continuación)

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
	3 Problemas económicos	1 Incidentes y Accidentes	Salarios justos	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Estabilidad laboral	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		3 Daños a terceros	Estabilidad laboral	3	1	C	3	2	C	3	2	C	3	1	C		
		4 Daños al medio ambiente	Estabilidad laboral	3	1	C	3	1	C	3	3	C	3	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Prestaciones	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
		6 Ausentismo	Educación financiera	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
	4 Problemas personales	1 Incidentes y Accidentes	Respetar horarios de trabajo	3	2	C	4	2	C	3	1	C	3	1	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Estabilidad laboral	3	1	C	4	1	C	3	1	C	3	1	C		
		3 Daños a terceros	Estabilidad laboral	3	1	C	4	1	C	3	1	C	3	1	C		
		4 Daños al medio ambiente	Estabilidad laboral	3	1	C	4	1	C	3	1	C	3	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Horarios flexibles	3	1	C	4	1	C	3	1	C	3	1	C		
		6 Ausentismo	Prestaciones	3	1	C	4	1	C	3	1	C	3	1	C		
	5 Carga excesiva de trabajo	1 Incidentes y Accidentes	Política de trabajo	2	3	C	2	3	C	2	2	C	2	2	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Programa de capacitación	2	2	C	2	2	C	2	2	C	2	2	C		
		3 Daños a terceros	Línea de mando efectiva	2	2	C	2	2	C	2	2	C	2	2	C		
		4 Daños al medio ambiente	1. Respetar horarios de trabajo. 2. Horarios flexibles	2	1	C	2	1	C	2	2	C	2	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Evaluación de desempeño	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
		6 Ausentismo	Comunicación efectiva	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 1. Factores internos

Subsistema: 1. Ambiente laboral (continuación)

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
	6 Problemas de salud	1 Incidentes y Accidentes	Política de trabajo	4	2	C	4	2	C	4	2	C	4	2	C		
		2 Daño a equipos e instalación	Respetar horarios de trabajo	4	2	C	4	2	C	4	2	C	4	2	C		
		3 Daños a terceros	Horarios flexibles	4	2	C	4	2	C	4	2	C	4	2	C		
		4 Daños al medio ambiente	Horarios flexibles	4	1	C	4	1	C	4	2	C	4	1	C		
		5 Incumplimiento de objetivos	Evaluación de desempeño	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		
		6 Ausentismo	Prestaciones	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 1. Factores internos

Subsistema: 2. Factores ergonómicos

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
1 Condiciones de seguridad e higiene inadecuadas	1 Iluminación inadecuada	1 Insatisfacción de personal	Atlas de riesgo	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3. Dar cumplimiento a las NOM-STPS-025-2008. Condiciones de Iluminación en la estación de descompresión.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Enfermedades laborales	Comisión de Seguridad e Higiene	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
	2 Ventilación inadecuada	1 Insatisfacción de personal	Atlas de riesgo	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
		2 Enfermedades laborales	Comisión de Seguridad e Higiene	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
	3 Ruido excesivo	1 Insatisfacción de personal	Atlas de riesgo	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C	4. Dar cumplimiento a las NOM-STPS-017-2008, Equipo de protección personal-selección, uso obligatorio y correcto del EPP en el desarrollo de las actividades.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Enfermedades laborales	Equipo de protección personal	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	1	C		
	4 Falta de equipo de protección personal	1 Insatisfacción de personal	Atlas de riesgo	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4. Dar cumplimiento a las NOM-STPS-017-2008, Equipo de protección personal-selección, uso obligatorio y correcto del EPP en el desarrollo de las actividades.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Lesiones al personal	Comisión de Seguridad e Higiene	4	2	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		
		3 Enfermedades laborales	Comisión de Seguridad e Higiene	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		
		4 Deceso de personal	Comisión de Seguridad e Higiene	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 2. Factores externos

Subsistema: 1. Vandalismo / Sabotaje

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
1 Robo de equipo y/o material en la Estación de Descompresión	1 Vandalismo / Sabotaje	1 Paro de operación	1. Programas sociales 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	2	C	5 Actualizar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). 6. Capacitar y adiestrar al personal sobre procedimientos operativos protocolos y plan emergencia en eventos de riesgo.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Lesiones al personal	Protección civil	4	2	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		
		3 Pérdidas económicas	1. Seguridad de las instalaciones. 2. Plan de Respuesta a las Emergencias.	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	2	C		
	2 Inconformidad de población	1 Paro de operación	1. Programas sociales	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	2	C	7. Que se lleven a cabo los programas de simulacros en la instalación a fin de que el personal esté debidamente capacitado y tenga conocimiento que acciones tomar al evento. 8. Revisar los programas de simulacros para diferentes eventos y sus acciones.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Lesiones al personal	Protección civil	4	2	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		
		3 Lesiones y/o inconformidad de usuarios	Seguridad Pública	4	1	C	4	2	C	4	1	C	4	1	C		
		4 Pérdidas económicas	1. Seguridad Pública. 2. Seguridad de las instalaciones. 3. Plan de Respuesta a las Emergencias.	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	2	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 2. Factores externos

Subsistema: 2. Bloqueo

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
1 Bloqueo de la Estación de Descompresión	1 Inconformidad de población	1 Paro de operación	1. Programas sociales 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C	5 Actualizar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). 9. Elaborar y difundir el protocolo de respuesta emergencia con base en los resultados del ARSH.	Protección Civil y CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Lesiones al personal	Protección civil	4	2	C	4	1	C	4	1	C	4	1	C		
		3 Lesiones y/o inconformidad de usuarios	Seguridad Pública	4	1	C	4	2	C	4	1	C	4	1	C		
		4 Pérdidas económicas	1. Seguridad de las instalaciones. 2. Plan de Respuesta a las Emergencias.	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	2	C		
	2 Extorsión	1 Paro de operación	1. Programas sociales 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	2	C	5. Actualizar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). 9. Elaborar y difundir el protocolo de respuesta emergencia con base en los resultados del ARSH.	Protección Civil y CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Lesiones al personal	Protección civil	4	2	C	4	1	C	4	2	C	4	1	C		
3 Pérdidas económicas		1. Seguridad Pública. 2. Seguridad de las instalaciones. 3. Plan de Respuesta a las Emergencias.	4	1	C	4	1	C	4	1	C	4	2	C			

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 2. Factores externos

Subsistema: 3. Colisión de Módulo de Almacenamiento Móvil (MAM)

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
1 Colisión de MAM con línea de alimentación de alta presión o estación de descompresión.	1 Falla mecánica del MAM	1 Daño a la estación de descompresión	Bloqueador de estacionamiento.	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C	10. Dar capacitación al personal en planes de respuesta a emergencia.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Posibles fugas.	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		
		3 Posible incendio y/o explosión	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 2. Equipo contraincendio	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		
		4 Pérdidas económicas	1. Bloqueador de estacionamiento 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 3. Teléfonos de emergencia	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		
	2 MAM operado por usuario a exceso de velocidad	1 Daño a la estación de descompresión	Bloqueador de estacionamiento.	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C	11. Dar capacitación continúa a conductores para manejo y mantenimiento de MAM.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Posible fuga.	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		
		3 Posible incendio y/o explosión	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 2. Equipo contraincendio	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		
		4 Pérdidas económicas	1. Bloqueador de estacionamiento 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 3. Teléfonos de emergencia	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 2. Factores externos

Subsistema: 3. Colisión de Módulo de Almacenamiento Móvil (MAM) continuación.

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
3	Usuario de MAM en estado inconveniente (enfermedad, alcoholizado o drogado)	1 Daño a equipos e instalación	Bloqueador de estacionamiento.	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C	11. Dar capacitación continúa a conductores para manejo y mantenimiento de MAM.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Posibles fugas.	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		
		3 Posible incendio	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 2. Equipo contraincendio	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		
		4 pérdidas económicas	1. Bloqueador de estacionamiento 2. EParo por emergencia en la estación de descompresión. 3. Teléfonos de emergencia.	4	3	B	4	3	B	4	2	C	4	2	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 2. Factores externos

Subsistema: 4. Climáticos

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?		
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad	
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR			
1 Vientos fuertes mayor a 80 km/h	Sin causa de interés.																	
2 Sismo de magnitud mayor a 6.0	1 Factores geológicos	1 Daños a equipos e instalación	Normas de construcción	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C	5. Actualizar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE).	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.	
		2 Posible fuga	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	3	C	3	3	C	3	2	C	3	2	C			
		3 Pérdidas económicas	Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	3	C			
3 Inundaciones	1 Factores hidrometeorológicos	1 Daño a equipos e instalación	Normas de construcción	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C	5. Actualizar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). 6. Capacitar y adiestrar al personal sobre procedimientos operativos protocolos y plan emergencia en eventos de riesgo.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.	
		2 Pérdidas económicas	Plan de Respuesta a las Emergencias	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	2	C			
4 Hundimientos	1 Combinación de factores geológicos e hidrometeorológicos	1 Daño a equipos e instalación	Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C	5. Actualizar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). 6. Capacitar y adiestrar al personal sobre procedimientos operativos protocolos y plan emergencia en eventos de riesgo.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.	
		2 Posible fuga	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C			
		3 Pérdidas económicas	Plan de Respuesta a las Emergencias.	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	2	C			

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 2. Factores externos

Subsistema: 4. Climáticos (continuación)

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
5 Caída de rayo	1 Tormentas eléctricas	1 Daño a equipos e instalación	Sistema de tierra física y para rayos	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C	12. Contar con el diseño y selección de la planta de emergencia de generación de energía eléctrica que garantice la operación en una condición emergente por fallo del suministro eléctrico (CFE).	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Posible incendio	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 2. Equipo contraincendio	2	2	C	2	2	C	2	1	C	2	1	C		
		3 Pérdidas económicas	Plan de Respuesta a las Emergencias	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		
6 Radiación solar alta	1 Condiciones meteorológicas extremas	1 Posible incendio	1. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 2. Equipo contraincendio	2	1	C	2	3	C	2	3	C	2	2	C	6. Capacitar y adiestrar al personal sobre procedimientos operativos protocolos y plan emergencia en eventos de riesgo.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Daño a equipos e instalación	Paro por emergencia en la estación de descompresión.	2	2	C	2	2	C	2	1	C	2	1	C		
		3 Pérdidas económicas	Plan de Respuesta a las Emergencias	2	1	C	2	1	C	2	1	C	2	1	C		

Hojas de Trabajo de metodología Qué Pasa si...?

Nombre del estudio: Análisis de riesgo para el sector hidrocarburos

Instalación: Estación de Descompresión NOVASEM

Sistema: 2. Factores externos

Subsistema: 5. Actividades agrícolas

Condiciones de Operación / Parámetros:



Qué pasa sí...?	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Antes de la Reducción del Riesgo												Recomendaciones Qué pasa sí?	
				Per			Pob			Amb			Inst				Responsabilidad
				F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR	F	C	MR		
1 Renovación de sembradíos aledaños al predio de la Estación de Descompresión	1 Descontrol en quema de sembradíos aledaños a la Estación de Descompresión	1 Posible incendio	Equipo contra incendio interno y/o externo	3	3	C	3	3	C	3	3	C	3	2	C	5. Actualizar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). 6. Capacitar y adiestrar al personal sobre procedimientos operativos protocolos y plan emergencia en eventos de riesgo.	CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.
		2 Daño a equipos e instalación	Paro por emergencia en la estación de descompresión.	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C		
		3 Pérdidas económicas	Plan de Respuesta a las Emergencias	3	1	C	3	1	C	3	1	C	3	3	C		

ANÁLISIS DE RIESGO

Sector Hidrocarburos

Actividades Altamente Riesgosas

CAPÍTULO II

Descripción de las zonas de protección entorno a las instalaciones

Estación de Descompresión NOVASEM



CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.

CONTENIDO

2.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO	89
2.1.1 Análisis detallado de consecuencias	89
2.1.1.1 Modelo de emisión	91
2.1.1.2 Modelo de dispersión	91
2.1.1.3 Modelo de fuego	92
2.1.1.4 Modelo de explosión	93
2.1.2 Efectos por radiación térmica	94
2.1.3 Efectos por onda expansiva	95
2.2 MODELACIÓN DE LOS RADIOS DE AFECTACIÓN	97
2.2.1 Condiciones climáticas del sitio de estudio	97
2.2.2 Criterios, premisas y consideraciones aplicadas	99
2.2.2.1 Normatividad aplicable	99
2.2.2.2 Tamaño de fuga	100
2.2.2.3 Estabilidades atmosféricas	101
2.2.3 Cálculo de inventarios de fuga	101
2.2.4 Dirección de la fuga	104
2.2.5 Tipo de área de localización de la instalación	104
2.2.6 Selección de escenarios	105
2.2.7 Escenarios simulados	105
2.2.8 Resultados de las simulaciones	113
2.2.9 Representación de los radios de afectación en planos	114

Índice de Tablas

Tabla II.1 Recomendaciones derivadas del estudio HazOp y Qué pasa si...? Para escenarios de tipo "B"	89
Tabla II.2 Efectos por radiación térmica.....	95
Tabla II.3 Efectos estimados debido a la sobrepresión	95
Tabla II.4 Datos disponibles a través de las Estaciones climatológicas más cercanas al área de estudio durante los últimos 90 días.....	97
Tabla II.6 Estabilidad atmosférica de Pasquill	98

Tabla II.7 Parámetros para la determinación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para el análisis de riesgo	99
Tabla II.8. Diámetros equivalentes de fuga (DEF) para simulación de escenarios de riesgo por fuga de gas natural en la Estación de Descompresión	100
Tabla II.9 Diámetros equivalentes de fuga DEF	101
Tabla II.10 Criterios ambientales para la simulación de escenarios de riesgos de la Estación de Descompresión	101
Tabla II.11 Especificaciones del Gas Natural.....	102
Tabla II.12 Criterio para asignar tiempos de fuga	103
Tabla II.13 Direcciones de fuga en el simulador.....	104
Tabla II.14 Criterios de localización de los eventos.....	104
Tabla II.15 Datos del inventario de tasa de descarga	112
Tabla II.16 Resumen de los resultados de los radios de afectación por escenario	113

Índice de Figuras

Figura II.1 Ejemplo gráfico de los modelos de emisión y dispersión	92
Figura II.2 Ejemplo de una explosión de nube de vapor (VCE).....	94
Figura II.3 Evolución de una BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)	94
Figura II.4 Ubicación de la Estación “Tlajomulco”	98

CAPÍTULO II

Descripción de las zonas de protección entorno a las instalaciones

2.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

Los escenarios de riesgo clasificados como altos y/o medios, derivados de la identificación de peligros y jerarquización de escenarios (análisis cualitativo de Riesgo) pertenecen o son generados por actividades no rutinarias, todos ellos se encuentran en función del error humano, debido a ello la mejor practica para reducir la frecuencia de ocurrencia de los mismos es aplicar programas continuos de capacitación de personal, certificar que el personal calificado cuente con las habilidades requeridas para las funciones que desempeña y el total cumplimiento y apego a los procedimientos operativos, Tabla II.1.

Tabla II.1 Recomendaciones derivadas del estudio HazOp y Qué pasa si...? Para escenarios de tipo "B"

Escenario	Recomendaciones
HazOp	
2	Dar mantenimiento preventivo a los equipos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante
4	
¿Qué pasa sí...?	
2.3.1	Dar capacitación al personal en planes de respuesta a emergencia
	Dar capacitación continua a conductores para manejo y mantenimiento de MAM

Fuente: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

2.1.1 Análisis detallado de consecuencias

Las sustancias peligrosas, son aquellos compuestos químicos, que en cualquier estado provocan daños de manera directa o indirecta.

El propósito del Análisis de Consecuencias (AC) es la evaluación cuantitativa de la evolución espacial y temporal de las variables físicas representativas de los fenómenos peligrosos en los que intervienen sustancias peligrosas, con el claro objetivo de estimar la naturaleza y magnitud del daño, contribuyendo a la identificación de las medidas necesarias para evitar daños al personal, población, medio ambiente y las instalaciones (AIChE/CCPS, 1994).

La evaluación de consecuencias para la Estación de Descompresión se realizó para los escenarios prioritarios, ubicados en la región de riesgo A (Alto) y B (Medio) mostrados en la

jerarquización de riesgos, empleando el software de simulación PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool) en su versión 6.7.

Por otra parte, los errores humanos, las fallas en los sistemas de seguridad, así como la corrosión y el desgaste en líneas y equipos de proceso, son algunas de las causas de accidentes, que no siempre son evidentes desde la experiencia operativa. En general, los accidentes son ocasionados por la pérdida de control o la pérdida de contención de materia o energía. Esta pérdida de contención es debida:

- Fugas de materiales tóxicos o inflamables
- Derrames de líquidos inflamables

Cuando el material es liberado, dependiendo de la composición del material, se genera una nube tóxica, inflamable o explosiva, la cual presenta diversas formas de evolución del accidente, por ejemplo:

- El material liberado forma una nube de vapor tóxica que se disperse sin ninguna consecuencia
- La nube de vapor no confinada puede alcanzar un punto de ignición y provocar un incendio con consecuencias menores
- La radiación térmica provocada por el incendio puede debilitar la estructura de otros recipientes y ocasionar una explosión con consecuencias mayores

Esta nube puede generar pérdidas económicas relacionadas con daños a equipos, estructuras de proceso, salud e integridad del personal, por lo tanto, es muy importante determinar la magnitud de las consecuencias.

La duración del accidente depende en gran medida de los medios disponibles para mitigar el evento, la capacidad del personal de operación y seguridad, que en esos momentos se encuentre disponible para atender la emergencia (Guidelines for Selection Process Safety).

Para determinar la magnitud de las consecuencias de un evento no deseado de forma anticipada, es necesario simular y cuantificar el comportamiento del material liberado a través de modelos teóricos-empíricos. Estos modelos se aplican en el siguiente orden:

- ✓ Modelo de emisión
- ✓ Modelo de dispersión
- ✓ Modelo de fuego
- ✓ Modelo de explosión

2.1.1.1 Modelo de emisión

Los modelos de emisión son utilizados para determinar el flujo de descarga del material liberado, la cantidad total emitida y el estado físico del mismo. La modelación del fenómeno para una ruptura o derrame accidental.

Las emisiones accidentales de materiales peligrosos pueden ser instantáneas o continuas, incluyendo flujo en una o dos fases, siendo éstas de tanques de almacenamiento o tuberías, los cuales pueden ser refrigerados, a presión, sobre la tierra, sumergidos, confinados o no confinados. Algunos de estos escenarios con diferentes mecanismos de emisión pueden ocurrir en tanques presurizados con líquidos refrigerados.

Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

2.1.1.2 Modelo de dispersión

Los modelos de dispersión se utilizan para predecir el área afectada en función de tamaño y forma de la nube, la distancia a la cual se alcanza una concentración de interés, como puede ser el límite de inflamabilidad inferior (LII) de los vapores corriente abajo del punto de emisión y en todas direcciones, para evaluar efectos por explosión y fuego, estimar datos de concentración en función del tiempo a distancias dadas para evaluar efectos tóxicos en el personal.

Los modelos de dispersión describen el transporte aéreo de los materiales tóxicos o inflamables desde el sitio del accidente hacia otros puntos de la planta y zonas de asentamientos humanos, evaluando y determinando en qué puntos éstas emisiones son nocivas para la salud. Estos modelos están basados en la ecuación de difusión Gaussiana de un gas y para su aplicación es necesario establecer una concentración máxima permisible de exposición, lo cual permite estimar el área de evacuación en caso de una contingencia. Los resultados obtenidos en la etapa de emisión son usados durante la dispersión en conjunto con los datos meteorológicos tales como:

- Estabilidad atmosférica: Se refiere a las condiciones meteorológicas relevantes respecto al nivel de mezclado vertical entre las capas de aire, provocada en gran medida por los efectos de gradientes de temperatura. El modelo relaciona el mezclado vertical del aire al considerar la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar en el medio.
- Velocidad de viento: Se refiere a la dirección horizontal. Conforme la velocidad del viento se incrementa, la pluma se vuelve más larga y puntiaguda incrementándose al mismo tiempo la dilución de la misma y las sustancias se transportan más rápido corriente abajo.
- Condiciones del terreno: Las condiciones del terreno afectan el mezclado mecánico en la superficie y el perfil de la velocidad del viento con la altura. Los árboles y las

construcciones incrementan el mezclado, mientras que los lagos y áreas abiertas lo decrementan.

- Altura de emisión: La altura de la emisión afecta significativamente la concentración al nivel de piso. Conforme la altura se incrementa, las concentraciones al nivel del piso se reducen ya que la pluma debe dispersarse a una distancia mayor sobre la vertical.
- Momentum y flotación del material liberado: el momentum y flotación inicial del material liberado cambian la altura efectiva de la emisión. Después de que el momentum y la flotación inicial se han disipado, el mezclado turbulento de la atmósfera será el efecto dominante.

Los resultados de la estimación de los modelos de dispersión también se pueden utilizar para:

- Desarrollar planes de emergencia con los alrededores de la comunidad
- Desarrollar modificaciones a la ingeniería para eliminar fuentes de emisión
- Aislar emisiones potenciales e instalar venteos apropiados u otros equipos de remoción e vapores
- Reducir el inventario de materiales peligrosos

En la Figura II.1 se muestran los modelos antes descritos, modelo de emisión y modelo de dispersión.

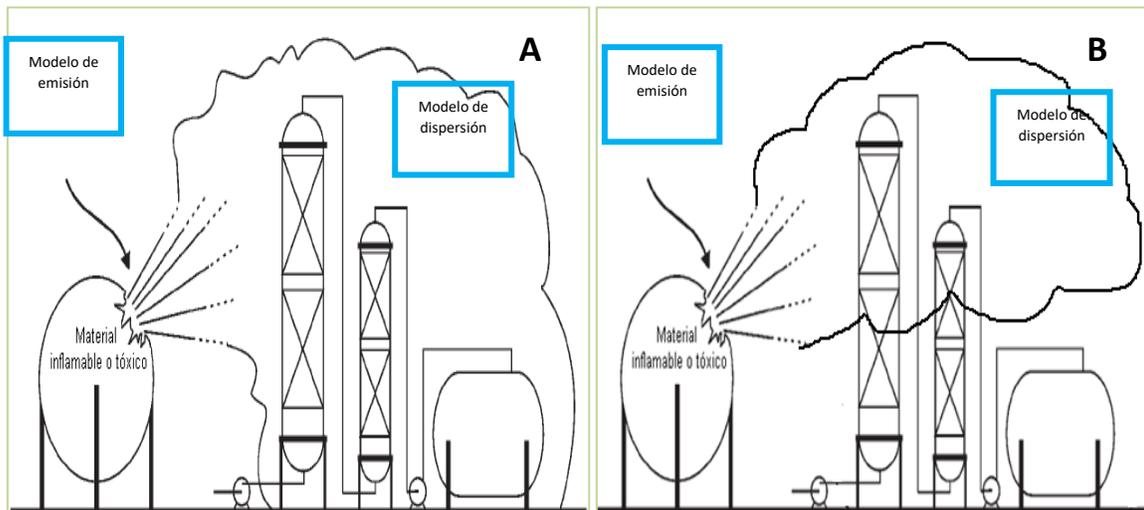


Figura II.1 Ejemplo gráfico de los modelos de emisión y dispersión
A. Sustancias pesadas (Diesel etc.) B. Sustancias ligeras (H₂, etc.)

2.1.1.3 Modelo de fuego

Los modelos de fuego son correlaciones empíricas que permiten: estimar los niveles de radiación térmica para una distancia dada y determinar zonas de afectación, proponer medidas de mitigación, modificación de la distribución y localización de la planta, reforzamiento de los cuartos de control.

Algunos de los modelos empleados son:

➤ **Fuego por vaporización súbita (Flash Fire)**

Una forma de reacción química del gas LP que escapa es la formación de un evento denominado flash fire. Cuya modelación matemática depende de factores como el volumen de la nube de gas, área que cubre y la emisión de calor producida. El tamaño de la nube depende parcialmente de las condiciones del escape del material y de la dispersión, los efectos de la radiación térmica dependen de la distancia de la flama, su altura, el poder emisor, las condiciones de transmisividad atmosférica y el tamaño de la nube.

➤ **Fuego en un charco o alberca (Pool Fire)**

Es una combustión estacionaria con flama de difusión del líquido de un charco de dimensiones conocidas, que se produce en un recinto descubierto. El principal efecto del fuego es un charco o alberca es la radiación térmica. Los efectos térmicos dependen del tipo de combustible, de la geometría del charco, de la duración de la flama y de la localización del receptor con respecto a la radiación de la flama.

➤ **Fuego en forma de chorro (Jet Fire)**

El fuego en forma de chorro resulta de la combustión de un material cuando empieza la liberación de dicho material desde una unidad presurizada.

2.1.1.4 Modelo de explosión

Las explosiones de gas son caracterizadas por la rápida combustión, en la cual la alta temperatura de los productos de combustión se expande y afecta a los alrededores.

De este modo, el calor de combustión de una mezcla aire-combustible (energía química) es parcialmente convertido en una expansión (energía mecánica). La energía mecánica es transferida a los alrededores en forma de onda de choque. En la atmósfera, una onda de choque es experimentada como un cambio dinámico de los parámetros de presión, densidad y velocidad de las partículas de un gas. Los modelos de explosión que se usan para determinar radio y zonas de afectación para ciertos niveles de sobrepresión.

➤ **Explosión de una nube de vapor (Vapor Cloud Explosion VCE)**

Si una gran cantidad de material volátil inflamable se libera rápidamente a la atmósfera y si la nube se incendia antes de que se diluya hasta por debajo de su límite inferior de explosividad, entonces ocurre una explosión de nube de vapor VCE, en la Figura II.2 se muestra un ejemplo de generación de una explosión por nube de vapor.



Figura II.2 Ejemplo de una explosión de nube de vapor (VCE)

Cualquier fluido inflamable que se libere en una planta petroquímica tiene la capacidad de generar una nube de vapor inflamable, que si se prende puede producir una explosión por nube de vapor (VCE). Las explosiones de nube de vapor (VCE) causan daños considerables en la industria química y petroquímica. Los niveles de daño generados por sobrepresión llegan a ser tan riesgosos que ocasionan daños e incluso la muerte.

➤ **Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion BLEVE)**

Una BLEVE ocurre debido a cualquier mecanismo que resulte de la falla repentina del contenedor, incluyendo impacto con un objeto, corrosión, defectos de manufactura, sobrecalentamiento interno, etc. La repentina falla del contenedor permite que el líquido sobrecalentado provoque un "flash o vaporización súbita" e incremente su volumen. Esto es suficiente para generar ondas de presión y fragmentos. En el cálculo de la BLEVE se determina la sobrepresión y los fragmentos de materiales inflamables, se predice la intensidad térmica de las bolas de fuego, diámetro y duración. En la Figura II.3 se muestra la evolución temporal de una BLEVE.

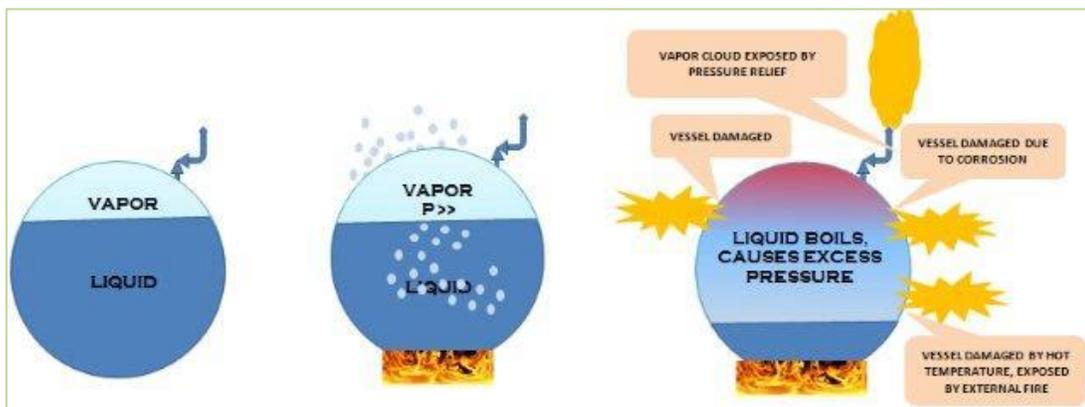


Figura II.3 Evolución de una BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)

2.1.2 Efectos por radiación térmica

Los efectos por fuego son evaluados en función de la radiación térmica a la que está expuesto un individuo o equipo durante un determinado tiempo.

El efecto de la radiación térmica en un individuo se manifiesta en quemaduras de primer, segundo y tercer grado. Por otra parte, la radiación térmica en equipos provoca daños estructurales a una exposición de temperatura en un intervalo de 500 a 600 °C.

En la Tabla II.2 se muestran valores de los efectos por radiación térmica.

Tabla II.2 Efectos por radiación térmica

Intensidad de radiación (kW/m²)	Efecto observado
1.4	No se presentan molestias, aún durante largos períodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano al medio día
5	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado
9.5	El umbral de dolor una persona, se alcanza luego de 8 segundos de exposición; después de 20 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado
12.5	Energía mínima requerida para que la madera se prenda, por contacto con fuego. Tubería de plástico se funde
25	Energía mínima requerida para provocar la ignición de la madera, por exposición prolongada (es decir, se prende por la exposición a este nivel de radiación. No se requiere de alguna fuente de ignición, por ejemplo cerillo)
37.5	Suficiente para provocar daños en equipos de proceso

Fuente: Anexo 3 DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1 (PEMEX, 2007).

2.1.3 Efectos por onda expansiva

Los efectos por explosión predicen los impactos de la onda expansiva y los proyectiles en personas y objetos.

Para producir fatalidades (debido a hemorragias internas) se requieren sobrepresiones > 15 psig, pero se ha observado que los mayores daños son los producidos por proyectiles.

En la Tabla II.3 se muestran valores de daños y efectos observados por eventos de sobrepresión.

Tabla II.3 Efectos estimados debido a la sobrepresión

Presión (Psig)	Efecto observado
0.02	Ruido molesto (137 decibeles de frecuencia 10-15 hertz)
0.03	Ruptura ocasional de grandes ventanales bajo tensión
0.04	Ruido fuerte (143 decibeles), falla de cristales por ondas sónicas
0.1	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión

Presión (Psig)	Efecto observado
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 de casas
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	Láminas de asbesto corrugado, se hacen añicos; daño en paneles de aluminio o acero corrugado y accesorios de sujeción con pandeo, daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de la casa habitación, quedan inhabitables. Provoca el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas seria por proyectiles
2	Colapso parcial de paredes y techos de casas
2-3	Muros de block 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 (1.5 toneladas) en edificios industriales sufren daños pequeños, estructuras de acero distorsionados y desprendidos de sus cimientos
3-4	Edificios de paneles de acero sin estructuras o de autoformación demolidos; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo
4	Estructura metálica de edificios distorsionados o arrancadas de sus cimientos; demolición de paneles de acero para edificios sin arco de refuerzo y ruptura de tanques metálicos de almacenamiento
5	Postes de teléfono de madera se rompen; prensa hidráulica (18.2 toneladas) dentro de edificios ligeramente dañada
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 espesor, no reforzados, ceden por deslizamiento o curvatura
9	Furgones con carga totalmente destruidos
10	Probable destrucción de edificios, maquinaria pesada (7,000 lb) desplazada y muy dañada maquinaria muy pesada (12,000 lb) sobrevive, máxima velocidad de viento de 294 km/h
300	Límite de orilla de cráter

Fuente: Anexo 3 DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1 (PEMEX, 2007).

2.2 MODELACIÓN DE LOS RADIOS DE AFECTACIÓN

2.2.1 Condiciones climáticas del sitio de estudio

El municipio de Acatlán de Juárez registra variaciones estacionales en el transcurso del año. La temporada con mayor viento corresponde al mes de marzo, con velocidades que oscilan entre los 12 y 19 km/h. Por el contrario, la temporada que presenta menor actividad eólica corresponde al mes de julio, con velocidades de viento menores a 5 km/h.

A continuación, en la Tabla II.4 se muestran las condiciones climatológicas promedio de los últimos 90 días, mismas que fueron obtenidas a través de la estación meteorológica "Tlajomulco".

Tabla II.4 Datos disponibles a través de las Estaciones climatológicas más cercanas al área de estudio durante los últimos 90 días (Sistema de información y visualización de estaciones automáticas, 2021)

Estación Meteorológica	Dirección del Viento (°)	Dirección de ráfaga (°)	Rapidez de viento (km/h)	Rapidez de ráfaga (km/h)	Temp. del Aire (°C)	Humedad relativa (%)	Presión Atm. (hpa)	Radiación Solar (W/m ²)
Tlajomulco	196.38	197.82	6.09	12.18	16.96	49.77	846.94	213.81

Los datos que complementan la Tabla II.5 fueron adquiridos a través de la estación climatológica la cual se encuentra registrada con los siguientes datos.

Tabla II.5 Datos generales de la Estación "Tlajomulco" (Sistema de Información y visualización de Estaciones Automáticas, 2022)

Estación Tlajomulco	
Red:	SMN
Estado:	Jalisco
Municipio:	Tlajomulco
Latitud:	20.00972
Longitud:	-103.4191
Altitud:	1566 msnm

En la Figura II.4 se presenta la ubicación de la Estación Tlajomulco.



Figura II.4 Ubicación de la Estación "Tlajomulco"

La información de condiciones climáticas es necesaria para alimentar los datos en el software PHAST y hacer las simulaciones lo más cercanas a la realidad, recuerden que este proceso es de manera hipotética.

Para poder hacer uso de estos datos se deben considerar datos históricos de los mismos de al menos 10 años, en caso de no contar con esta información se deben hacer las simulaciones con una velocidad de 1.5 m/s y estabilidad ambiental B para el día y F para la noche, por ser consideradas condiciones ambientales muy desfavorables para la dispersión de nubes tóxicas o inflamables, para la dirección del viento utilizar la dirección promedio (como una media aritmética) del viento en el sitio, con base en registros de los últimos tres años.

Por lo tanto, analizando la información de condiciones climáticas y con ayuda de la Tabla II.6 se determinó la velocidad de viento promedio del sitio donde se encuentra la estación de descompresión, así como la estabilidad Pasquill, la cual se presenta en la sección de criterios, premisas y consideraciones aplicados.

Tabla II.6 Estabilidad atmosférica de Pasquill

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Radiación solar			Horas de noche Fracción cubierta de nubes	
	Fuerte	Moderado	Débil	$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
< 2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Radiación solar			Horas de noche Fracción cubierta de nubes	
	Fuerte	Moderado	Débil	$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Fuente: "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos".

Para definir y justificar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento del análisis de riesgo a determinar, se consideraron los parámetros que se indican en la Tabla II.7, para los casos de nube tóxica, incendio y explosión de los escenarios planteados.

Tabla II.7 Parámetros para la determinación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para el análisis de riesgo

Parámetros	Zona de alto riesgo por daño a equipos	Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
Toxicidad (concentración)	--	IDHL (ppm)	TLV (8 h, TWA) O TLV (15 min., STEL) (ppm)
Inflamabilidad (radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1 psig (0.07 kg/cm ²)	0.5 psig (0.035 kg/cm ²)

Fuente: "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos".

2.2.2 Criterios, premisas y consideraciones aplicadas

2.2.2.1 Normatividad aplicable

Para desarrollar las simulaciones se utilizará como referencia la siguiente normatividad:

- COMERI 144 "Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Proceso, Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios" revisión 2 del 10 de agosto de 2010.
- DG-SASIPA-SI-02741 "Guía para Realizar Análisis de Riesgos" revisión 3 de marzo de 2011.
- 800-16400-DCO-GT-75 "Guía Técnica para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso" revisión 1 del 10 de agosto de 2012.
- DCO-GDOESSSPA-CT-001 "Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgos por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos" revisión 1 del 30 de septiembre de 2011.
- NFR-018-PEMEX-2007 "Estudios de Riesgos" revisión 0 del 05 de enero de 2008.

- Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos, Julio 2020.

2.2.2.2 Tamaño de fuga

Existen diferentes criterios para definir el tamaño de la fuga conforme la Tabla II.8.

Tabla II.8. Diámetros equivalentes de fuga (DEF) para simulación de escenarios de riesgo por fuga de gas natural en la Estación de Descompresión

DEF	Causa	Tipo de caso para ARSH	Referencia / criterio
100% del DN de la línea o tubería	Golpe externo	PC ²	GUÍA ASEA
0.75" para DN de 6" a 14" 1.25" para DN de 16" a 24" 2.0" para DN mayor a 30" 0.6" para DN > 2" y ≤ 4"	Corrosión, pérdida de material o falla en soldadura	CMP ³	DCO-GDOESSSPA-CT-001
20% del DN de la línea o tubería	Golpe externo (más probable que la ruptura del 100%)	CA ⁴	DCO-GDOESSSPA-CT-001 WTP55
0.5" para cualquier DN	Por corrosión localizada	CA ⁴	WTP55
30% del Ø para líneas de 2" < DN ≤ 4" 20% del Ø para líneas de 6" ≤ DN	Fugas en bridas / sobrepresión	CA ⁴	DCO-GDOESSSPA-CT-001
¹ DEF: Diámetro Equivalente de Fuga ² PC: Peor Caso ³ CMP: Caso Más Probable ⁴ CA: Caso Alternativo DN: Diámetro Nominal de la línea o tubería		GUÍA ASEA: Guía para la elaboración de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos DCO-GDOESSSPA-CT-001: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de PEMEX WTP55: Techniques for Assessing Industrial Hazards. World Bank Technical Paper Number 55	

Para el caso de este estudio se consideraron con base en a la "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos", que se muestran en la Tabla II.9, los diámetros equivalentes de fuga para realizar las simulaciones de la Estación de Descompresión.

Tabla II.9 Diámetros equivalentes de fuga DEF

Tipo de escenario	Diámetro equivalente de fuga
Peor caso (PC)	DEF= 100 % del diámetro de la tubería.
Caso más probable (CMP)	DEF= 20% del diámetro de la tubería.
Caso alterno (CA)	DEF= 20% y 100% del diámetro de la tubería.

Fuente: "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos".

2.2.2.3 Estabilidades atmosféricas

De acuerdo con la revisión de los datos históricos del reporte de clima, durante un periodo de 1 año, se determinó que la velocidad del viento en la región donde se encontrará la Estación de Descompresión de la región es de 4.30 m/s.

Acorde con la revisión de las condiciones climatológicas de la región, para este proyecto en particular, se emplearán las condiciones atmosféricas de la Tabla II.10, para dar cumplimiento con lo establecido en la "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos" y DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1.

Tabla II.10 Criterios ambientales para la simulación de escenarios de riesgos de la Estación de Descompresión

Tipo de escenario	Velocidad de viento (m/s)	Estabilidad Pasquill	Temperatura ambiente (°C)	Humedad relativa (%)	Presión atmosférica (Psi)
Peor caso (PC)	1.5*	F	16.96	49.77	12.28
	4.30**	B			
Caso más probable (CMP)	1.5*	F	16.96	49.77	12.28
	4.30**	B			
Caso alterno (CA)	1.5*	F	16.96	49.77	12.28
	4.30**	B			

* Valor tomado con base de la guía debido a que la velocidad mínima promedio de la región es casi igual al valor que emplea la guía.

** Velocidad de viento promedio en la región.

2.2.3 Cálculo de inventarios de fuga

Al determinar el inventario de la sustancia peligrosa que se puede fugar o derramar, en proceso o almacenamiento. En el caso de líneas de proceso y ductos, es la suma del inventario que se

fuga hasta el momento en el que se cierran las válvulas de seccionamiento, más el inventario que se queda atrapado entre estas válvulas. Para ello se emplea la ecuación que a continuación se presenta.

$$IF = (Fm * t) + \left\{ \left(\frac{\pi * d^2}{4} \right) * D * \rho \right\} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- IF**= Inventario de fuga (kg)
- Fm**= Flujo másico
- t**= tiempo que transcurre desde que se presenta la fuga, hasta que es aislada cerrando las válvulas de seccionamiento (s)
- d**= diámetro de tubería (m)
- D**= Distancia que existe entre las válvulas de seccionamiento que aíslan la fuga en el ducto (m)
- ρ**= Densidad de la sustancia (kg/m³)

De acuerdo con el departamento de transporte (1980) LNG Estándares Federales de Seguridad (**Federal Safety Standards**) especificaron un tiempo que transcurre desde que se presenta la fuga hasta que es aislada de **10 minutos**; otros estudios (**Rijnmond Public Authority**, 1982) han usado **2 minutos** considerando una combinación entre el tiempo de detección de fuga y que un operador capacitado y con instrucciones bien documentadas llevará a cabo la activación de las válvulas remotas de aislamiento (AIChE/CCPS, 2000).

De la Ecuación 1, el segundo término de la ecuación se simplifica para los casos en los que no existan válvulas de aislamiento, por lo tanto, la ecuación 1 se reduce a:

$$IF = (Fm * t) \quad \text{Ecuación 2}$$

Para este estudio en particular se tomará como tiempo igual a cero ($t=0$) el momento en que comienza la liberación o descarga de material al ambiente.

La composición del gas natural se considera para el Resto del País, a partir de la Tabla II.11, conforme con la norma NOM-001-SECRE-2010:

Tabla II.11 Especificaciones del Gas Natural

Propiedad	Unidades	Zona Sur			Resto del país
		Hasta el 31 de diciembre de 2010	Del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2012	A partir del 1 de enero de 2013	
Metano (CH4)-Min.	% vol	NA	NA	83.00	84.00
Oxígeno (O2)-Max.	% vol	0.20	0.20	0.20	0.20

Propiedad	Unidades	Zona Sur			Resto del país
		Hasta el 31 de diciembre de 2010	Del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2012	A partir del 1 de enero de 2013	
Bióxido de Carbono (CO₂)-Max.	% vol	3.00	3.00	3.00	3.00
Nitrógeno (N₂)-Max.	% vol	9.00	8.00	6.00	4.00
Nitrógeno variación máxima diaria	% vol	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5
Total de inertes (CO₂ y N₂)- Max.	% vol	9.00	8	6.00	4.00
Etano- Max.	% vol	14.00	12	11.00	11.00
Temperatura de rocío de hidrocarburos-Max.	K (°C)	NA	271,15 (-2) ¹	271.15 (-2)	271.15 (-2)
Humedad (H₂O)-Max.	Mg/m ³	110.00	110.00	110.00	10.00
Poder calorífico superior-Min.	Mg/m ³	35.30	36.30	36.80	37.30

Fuente: "NOM-001-SECRE-2010".

Para el Peor caso (PC), casos más probables (CMP) y Casos Alternos (CA) se tomará en el paro por emergencia en la Estación de Descompresión, desde la instalación o caseta de vigilancia, para los escenarios propuestos se considerará un tiempo de fuga de **2 minutos** de acuerdo con la Tabla II.12, por lo que el inventario de simulación será de 20 m³.

Tabla II.12 Criterio para asignar tiempos de fuga

Sistemas automáticos	Tiempo de control	Tiempo de fuga (minutos)	Fuente
Detección de fuga con sistema automático de bloqueo (totalmente automático)	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 2 minutos	2	Guideline for quantitative risk assessment, Purple book, CPR 18E, 2004, pág. 4.5.
Sistema de bloqueo a control remoto y detección de fuga automático. Detección directa a cuarto de control. El operador validó la señal y el cierre se realiza por un switch en el cuarto de control	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 10 minutos.	10	

Sistemas automáticos	Tiempo de control	Tiempo de fuga (minutos)	Fuente
Sistema de bloqueo operado manualmente con detección automática de fuga. El operador valida la señal y realiza el cierre de válvulas de bloqueo de manera local y manual	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 30 minutos.	30	

Para el caso de la Estación de Descompresión el tiempo de fuga considerado será de 2 minutos.

2.2.4 Dirección de la fuga

Para determinar la dirección de la fuga en el escenario planteado, se hará con base en el tipo de sustancia que se esté liberando. Las opciones para emplear se presentan en la Tabla II.13

Tabla II.13 Direcciones de fuga en el simulador

Dirección de la fuga
Horizontal
Ángulo desde la horizontal
Vertical
Incidencia en el suelo

Referencia: Software PHAST

Para los escenarios propuestos se está tomando una dirección horizontal ya que es la más representativa. En los casos de ruptura total no se necesita especificar una dirección.

2.2.5 Tipo de área de localización de la instalación

Este factor, en función de los obstáculos (árboles, edificios, densidad de instalaciones industriales), influye en cuanto a la probabilidad de confinamiento de nubes tóxicas o nubes inflamables o explosivas. Los criterios se pueden observar en la Tabla II.14.

Tabla II.14 Criterios de localización de los eventos

Costa adentro	Costa afuera
Área rural: No hay construcciones en el área inmediata y el terreno generalmente es plano y con pocos árboles	Área marítima
Área urbana: Implica muchos obstáculos en el área inmediata, incluidas las construcciones y los árboles	--
Área industrial	--
Otro	--

Como criterio general se toma el de área rural, como se indica en el apartado anterior, ya que la instalación colinda con diferentes áreas de cultivo y la carretera a Barra de Navidad.

2.2.6 Selección de escenarios

De acuerdo con lo descrito en la sección criterios, premisas y consideraciones aplicadas, en donde se exponen las condiciones bajo las cuales se desarrollarán las simulaciones, dicha información acerca de los escenarios se llenará en los siguientes formatos.

Con base en la revisión de los estudios de análisis de riesgos previos, se listarán los escenarios que se consideren más catastróficos (peor caso "PC"), los que de acuerdo con la experiencia del personal de operación se consideren más probables (caso más probable CMP), algún caso que se haya documentado mediante recopilación de incidentes que demuestre que puede suceder, pero que no corresponde al caso más catastrófico ni al más probable (caso alternativo CA).

2.2.7 Escenarios simulados

De los escenarios planteados, la información empleada en PHAST se documentó en los siguientes formatos que a continuación se muestran, para cada tipo de evento.

Posteriormente en la Tabla II.15, se muestran los datos del inventario de tasa de descarga obtenidos de las simulaciones.

E-01-PC

FORMATO PARA SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS																			
Nombre del simulador utilizado	PHAST 6.7																		
Planta o instalación	"Estación de Descompresión NOVASEM"																		
Clave del escenario	E-01-PC	Escenario de ¿Qué pasa si..?	Núm. 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.1																
ESCENARIO DE RIESGO																			
Nombre del escenario de riesgo	Ruptura en línea de entrada de 1.0" por golpe de MAM																		
Descripción del escenario de riesgo	Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente																		
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y TIPO DE ÁREA DE LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN																			
Temperatura ambiente (°C)	16.96																		
Humedad relativa (%)	49.77																		
Presión atmosférica (psi)	12.28																		
Tipo de área en la que se encuentra la instalación: Rural, Urbana, Industrial, Marítima, Otra (explique)	I																		
CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA FUGA DEL MATERIAL O SUSTANCIA PELIGROSA																			
Velocidad del viento (m/s)	1.5	4.30																	
Estabilidad atmosférica (Pasquill)	F	B																	
MATERIAL O SUSTANCIA PELIGROSA BAJO ESTUDIO																			
Nombre	Gas natural																		
Componente y % de la mezcla	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>% masa</th> <th>Componente</th> <th>% masa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metano</td> <td>84.00</td> <td>Etano</td> <td>11.00</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno</td> <td>0.20</td> <td>Nitrógeno</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Bióxido de carbono</td> <td>0.80</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Componente	% masa	Componente	% masa	Metano	84.00	Etano	11.00	Oxígeno	0.20	Nitrógeno	4	Bióxido de carbono	0.80		
Componente	% masa	Componente	% masa																
Metano	84.00	Etano	11.00																
Oxígeno	0.20	Nitrógeno	4																
Bióxido de carbono	0.80																		
Fase	Gaseosa																		
Inventario (m ³)	20																		
CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EN EL QUE SE ENCUENTRA EL RECIPIENTE																			
Área del dique (m ²)	N/A																		
Tipo de superficie sobre el que se encuentra el recipiente: TS =Tierra seca, TH =Tierra húmeda, C =concreto, O =Otra(explique)	C																		
DATOS DEL RECIPIENTE Y CARACTERÍSTICAS DE LA FUGA																			

Estación de Descompresión NOVASEM

Tipo de recipiente: V =Vertical, H =Horizontal, E =Esférico, O =Otro (explique)	N/A
Tipo de evento peor caso (PC), caso más probable (CMP) y/o caso alternativo (CA)	PC
Temperatura (°C)	30
Presión (psi)	3582
Altura hidráulica* (m)	N/A
Diámetro de la tubería (pulgadas)	1.0
Diámetro equivalente de fuga (pulgadas)	N/A
Dirección de la fuga: V=Vertical, H=Horizontal, HA=Hacia abajo, GC=Golpea contra, I=Inclinada	GC
Elevación de la fuga** (m)	1.0
Tiempo de fuga (seg.)	120
Evaluación de posibles pérdidas: Describa la cantidad de personas y equipos que puedan ser afectados, indique el valor de la concentración (ppm), sobre presión (psi), o radiación térmica (kW/m ²) con la que serían afectados y la forma en la que se cree pueden ser afectados (valor Probit o efecto esperado de acuerdo con Tablas). No omita incluir los sitios de interés declarados anteriormente. Haga referencia a ilustraciones, descripciones anexas y Tablas como lo considere apropiado.	Apartado 4 del presente documento, tabla de la "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos"

*Altura de la sustancia peligrosa dentro del recipiente, a partir del nivel al que se encuentra la fuga.

**Altura a la que se encuentra la fuga, a partir del nivel del piso terminado.

E-02-CMP

FORMATO PARA SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS				
Nombre del simulador utilizado	PHAST 6.7			
Planta o instalación	"Estación de Descompresión NOVASEM"			
Clave del escenario	E-02-CMP	Escenario del HazOp	Núm. 2, 4	
ESCENARIO DE RIESGO				
Nombre del escenario de riesgo	Fuga de gas natural por taponamiento en filtros.			
Descripción del escenario de riesgo	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 20%			
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y TIPO DE ÁREA DE LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN				
Temperatura ambiente (°C)	16.96			
Humedad relativa (%)	49.77			
Presión atmosférica (psi)	12.28			
Tipo de área en la que se encuentra la instalación: Rural, Urbana, Industrial, Marítima, Otra (explique)	I			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA FUGA DEL MATERIAL O SUSTANCIA PELIGROSA				
Velocidad del viento (m/s)	1.5	4.30		
Estabilidad atmosférica (Pasquill)	F	B		
MATERIAL O SUSTANCIA PELIGROSA BAJO ESTUDIO				
Nombre	Gas natural			
Componente y % de la mezcla	Componente	% masa	Componente	% masa
	Metano	84.00	Etano	11.00
	Oxígeno	0.20	Nitrógeno	4
	Bióxido de carbono	0.80		
Fase	Gaseosa			
Inventario (m ³)	20			
CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EN EL QUE SE ENCUENTRA EL RECIPIENTE				
Área del dique (m ²)	N/A			
Tipo de superficie sobre el que se encuentra el recipiente: TS =Tierra seca, TH =Tierra húmeda, C =concreto, O =Otra(explique)	C			
DATOS DEL RECIPIENTE Y CARACTERÍSTICAS DE LA FUGA				
Tipo de recipiente: V =Vertical, H =Horizontal, E =Esférico, O =Otro (explique)	N/A			
Tipo de evento peor caso (PC), caso más probable (CMP) y/o caso alternativo (CA)	CMP			
Temperatura (°C)	70			

Estación de Descompresión NOVASEM

Presión (psi)	3582
Altura hidráulica* (m)	N/A
Diámetro de la tubería (pulgadas)	3/8
Diámetro equivalente de fuga (pulgadas)	0.075
Dirección de la fuga: V=Vertical, H=Horizontal, HA=Hacia abajo, GC=Golpea contra, I=Inclinada	H
Elevación de la fuga** (m)	2.0
Tiempo de fuga (seg.)	120
Evaluación de posibles pérdidas: Describa la cantidad de personas y equipos que puedan ser afectados, indique el valor de la concentración (ppm), sobre presión (psi), o radiación térmica (kW/m ²) con la que serían afectados y la forma en la que se cree pueden ser afectados (valor Probit o efecto esperado de acuerdo a tablas). No omita incluir los sitios de interés declarados anteriormente. Haga referencia a ilustraciones, descripciones anexas y tablas como lo considere apropiado.	Apartado 4 del presente documento, tabla de la "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos"

*Altura de la sustancia peligrosa dentro del recipiente, a partir del nivel al que se encuentra la fuga.

**Altura a la que se encuentra la fuga, a partir del nivel del piso terminado.

E-03-CA

FORMATO PARA SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS				
Nombre del simulador utilizado	PHAST 6.7			
Planta o instalación	Estación de descompresión Novasem, Cuachicqueh.			
Clave del escenario	E-03-CA	Escenario del HazOp	Núm. 2, 4	
ESCENARIO DE RIESGO				
Nombre del escenario de riesgo	Fuga de gas natural por taponamiento en filtros.			
Descripción del escenario de riesgo	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 100%			
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y TIPO DE ÁREA DE LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN				
Temperatura ambiente (°C)	16.96			
Humedad relativa (%)	49.77			
Presión atmosférica (psi)	12.28			
Tipo de área en la que se encuentra la instalación: Rural, Urbana, Industrial, Marítima, Otra (explique)	I			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA FUGA DEL MATERIAL O SUSTANCIA PELIGROSA				
Velocidad del viento (m/s)	1.5	4.30		
Estabilidad atmosférica (Pasquill)	F	B		
MATERIAL O SUSTANCIA PELIGROSA BAJO ESTUDIO				
Nombre	Gas natural			
Componente y % de la mezcla	Componente	% masa	Componente	% masa
	Metano	84.00	Etano	11.00
	Oxígeno	0.20	Nitrógeno	4
	Bióxido de carbono	0.80		
Fase	Gaseosa			
Inventario (m ³)	20			
CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EN EL QUE SE ENCUENTRA EL RECIPIENTE				
Área del dique (m ²)	N/A			
Tipo de superficie sobre el que se encuentra el recipiente: TS =Tierra seca, TH =Tierra húmeda, C =concreto, O =Otra(explique)	C			

DATOS DEL RECIPIENTE Y CARACTERÍSTICAS DE LA FUGA	
Tipo de recipiente: V =Vertical, H =Horizontal, E =Esférico, O =Otro (explique)	N/A
Tipo de evento peor caso (PC), caso más probable (CMP) y/o caso alternativo (CA)	CA
Temperatura (°C)	70
Presión (psi)	3582
Altura hidráulica* (m)	N/A
Diámetro de la tubería (pulgadas)	3/8
Diámetro equivalente de fuga (pulgadas)	0.375
Dirección de la fuga: V=Vertical, H=Horizontal, HA=Hacia abajo, GC=Golpea contra, I=Inclinada	H
Elevación de la fuga** (m)	2.0
Tiempo de fuga (seg.)	120
Evaluación de posibles pérdidas: Describa la cantidad de personas y equipos que puedan ser afectados, indique el valor de la concentración (ppm), sobre presión (psi), o radiación térmica (kW/m ²) con la que serían afectados y la forma en la que se cree pueden ser afectados (valor Probit o efecto esperado de acuerdo a tablas). No omita incluir los sitios de interés declarados anteriormente. Haga referencia a ilustraciones, descripciones anexas y tablas como lo considere apropiado.	Apartado 4 del presente documento, tabla de la "Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos"

*Altura de la sustancia peligrosa dentro del recipiente, a partir del nivel al que se encuentra la fuga.

**Altura a la que se encuentra la fuga, a partir del nivel del piso terminado.

Tabla II.15 Datos del inventario de tasa de descarga

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (in)		Flujo Max. Operación	Presión	Temp .	Duración fuga	Inventario	Tasa de descarga
	Clave	Descripción	Línea / Equipo	Fuga	Nm ³ /hr	Psig	°C	Min	Kg	Kg/seg
PC	E-01-PC	Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente.	Línea de entrada"	1.0	600	3582	30	--	3860.04	--
CMP	E-02-CMP	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 20%	Filtro Tubería y/o accesorios	3/8	600	3582	70	120	3171.18	0.1135
CA	E-03-CA	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 100%	Filtros Tubería y/o accesorios	3/8	600	3582	70	120	3171.18	2.838

2.2.8 Resultados de las simulaciones

En resumen, en la Tabla II.16 se muestran los resultados obtenidos del reporte del software PHAST, del alcance de los efectos por dispersión tóxica, radiación térmica y sobrepresión de los escenarios simulados.

Tabla II.16 Resumen de los resultados de los radios de afectación por escenario

Clave del escenario	Descripción del escenario	Dispersión tóxica (ppm)		Tipo de fuego	Radiación térmica (kW/m ²)			Sobrepresión (Psig)		
		IDLH	TLV		1.4	5.0	12.5	0.5	1.0	3.0
		Radios de afectación (m)								
E-01-PC	Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente.	ND	ND	Jet Fire	607.97	327.05	200.70	312.71	202.11	113.92
E-02-CMP	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 20%	ND	ND	Jet Fire	5.06	No alcanza do	No alcanza do	No se presenta	No se presenta	No se presenta
E-03-CA	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 100%	ND	ND	Jet Fire	39.65	29.03	23.50	48.05	40.99	35.35

Fuente: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Estación de Descompresión NOVASEM

Los resultados mostrados son con una velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad Pasquill F.

El punto de ignición se consideró como probable a 30 m a partir del punto de fuga para los escenarios E-01-PC.

El punto de ignición se consideró como probable a 30 m a partir del punto de fuga para el escenario E-03-CA.

Las hojas resumen de cada escenario obtenido del simulador en PHAST, se presentan en el Anexo II-1.

El Informe técnico se presenta en el Anexo II-2.

Los Diagramas de pétalos se presentan en el Anexo II-3.

2.2.9 Representación de los radios de afectación en planos

En el Anexo II-3 se muestran los Diagramas de pétalos en donde se representan las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento (radiación térmica y sobrepresión), en donde se pueden identificarlos puntos de interés, así como otras áreas, equipos, ductos o instalaciones.

ANEXOS

ANEXO II-1

Hojas resumen de cada escenario obtenido del
simulador PHAST

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Estación de Descompresión NOVASEM

Study

E-01-PC

Base Case

CASE Name: Data

Path: \Estación de Descompresión NOVASEM \Study\E-01-PC

User-Defined Data

Material

Material Identifier	Gas natural ED
Material to Track	Gas natural ED
Type of Vessel	Pressurized Gas
Pressure Specification	Pressure specified
Storage Pressure - gauge	3582 psi
Temperature	30 degC
Volume Inventory	20 m3

Scenario

Scenario Type	Catastrophic rupture
Phase to be Released	Vapor
Building Wake Effect	None

Location

Elevation	1 m
Use ERPG averaging time	ERPG not selected
Use IDLH averaging time	IDLH not selected
Use STEL averaging time	STEL not selected
Supply a user defined averaging time	Not supplied

Bund

Status of Bund	No bund present
[Type of Bund Surface	Concrete]
[Bund Height	0 m]
[Bund Failure Modeling	Bund cannot fail]

Indoor/Outdoor

Location of release	Open air release
---------------------	------------------

Flammable

Explosion Method	TNT
Jet Fire Method	Cone Model

Dispersion

Late Ignition Location	No ignition location
Mass Inventory of material to Disperse	3860 kg
Use Burst Pressure	No - Use release pressure for fireball

Fireball Parameters

[Mass Modification Factor	3]
[Calculation method for fireball	DNV Recommended]
[TNO model flame temperature	1727 degC]

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Toxic Parameters

[Indoor Calculations	Unselected]
[Wind Dependent Exchange Rate	Case Specified]
[Building Exchange Rate	4 /hr]
[Tail Time	1800 s]
[Set averaging time equal to exposure time	Use a fixed averaging time]
[Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation	0.05 fraction]
[Cut-off concentration for exposure time calculations	0 fraction]

Geometry

Shape	Point
Dimension	2D
System	Absolute
East(1)	0 m
North(1)	0 m

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Path: \\Estación de Descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

DISCHARGE DATA for Weather: Global Weathers\Category 1.5/F

Wind Speed: 1.50 m/s
Wind Speed at Height (Calculated) 0.46 m/s
Pasquill Stability: F

USER-DEFINED QUANTITIES

Material Gas natural ED
Scenario Catastrophic rupture
Inventory 3,860.04 kg
Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 3,594.72 psi
- Temperature 30.00 degC
- Fluid State Pressurized gas

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only) n/a
Mass Flowrate n/a kg/s
Release Duration n/a s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure n/a psi
- Temperature n/a degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases) n/a m/s
- Discharge Coefficient n/a

Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature -166.19 degC
- Liquid Mass Fraction 0.25 fraction
- Droplet Diameter 0.01 um
- Expanded Radius n/a m
- Velocity 500.00 m/s

DISCHARGE DATA for Weather: Global Weathers\Category 4.3 B

Wind Speed: 4.30 m/s
Wind Speed at Height (Calculated) 3.29 m/s
Pasquill Stability: B

USER-DEFINED QUANTITIES

Material Gas natural ED
Scenario Catastrophic rupture
Inventory 3,860.04 kg
Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 3,594.72 psi
- Temperature 30.00 degC
- Fluid State Pressurized gas

CALCULATED QUANTITIES

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):	
- Pressure	n/a psi
- Temperature	n/a degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases)	n/a m/s
- Discharge Coefficient	n/a
Final data (after atmospheric expansion):	
- Temperature	-166.19 degC
- Liquid Mass Fraction	0.25 fraction
- Droplet Diameter	0.01 um
- Expanded Radius	n/a m
- Velocity	500.00 m/s

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m
All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m
All flammable results are reported at the cloud centreline height

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 4.3 B
UFL (166614)	18.75	s	15.1955	15.8839
LFL (43734.3)	18.75	s	28.3649	33.8254
LFL Frac (21867.1)	18.75	s	39.3888	54.0494

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 4.3 B	Heights (m) for above distances
UFL (166614)	18.75	s	1	1	
LFL (43734.3)	18.75	s	1	1	
LFL Frac (21867.1)	18.75	s	1	1	

Fireball Hazard

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

Fireball Flame Status	Category 1.5/F	Category 4.3 B
	Hazard	Hazard

Radiation Effects: Fireball Ellipse

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Radiation Level	1.4	kW/m2	607.974	607.974
Radiation Level	5	kW/m2	327.065	327.065
Radiation Level	12.5	kW/m2	200.702	200.702
Radiation Level	37.5	kW/m2	92.9891	92.9891

Radiation Effects: Fireball Distance

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

	Radiation Level (kW/m2)
Category 1.5/F	Category 4.3 B

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Flash Fire Envelope

Path: \Estación de descompresión NOVASEMStudy\E-01-PC

All flammable results are reported at the cloud centreline height

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Furthest Extent	21867.1	ppm	39.3888	54.0494
Furthest Extent	43734.3	ppm	28.3649	33.8254

			Heights (m) for above distances	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Furthest Extent	21867.1	ppm	1	1
Furthest Extent	43734.3	ppm	1	1

Explosion Effects: Early Explosion

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

Early Explosions are assumed to be centered at the release location
Explosion Model Used : TNT

			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	3860.04	3860.04

			Distance (m) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Overpressure	0.5	psi	352.132	352.132
Overpressure	1	psi	214.377	214.377
Overpressure	3	psi	104.529	104.529
Overpressure	10	psi	51.1841	51.1841

			Used Mass (kg) at Overpressure Levels	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Overpressure	0.5	psi	3860.04	3860.04
Overpressure	1	psi	3860.04	3860.04
Overpressure	3	psi	3860.04	3860.04
Overpressure	10	psi	3860.04	3860.04



Explosion Effects: Late Ignition

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

Explosion Model Used : TNT
 Explosion Location Criterion: Cloud Front (LFL Fraction)
 All distances are measured from the Source
 All flammable results are reported at the cloud centreline height

			Maximum Distance (m) at Overpressure Level	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Overpressure	0.5	psi	312.71	307.776
Overpressure	1	psi	202.113	199.109
Overpressure	3	psi	113.921	116.069
Overpressure	10	psi	71.0933	77.2482

			Supplementary Data at 0.5 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	1997.55	1894.77
Used Flammable Mass		kg	1997.55	1894.77
Overpressure Radius		m	282.71	277.776
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	30
- Cloud Front/Centre		m	0.993605	2.12077
- Explosion Centre		m	30	30

			Supplementary Data at 1 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	1997.55	1894.77
Used Flammable Mass		kg	1997.55	1894.77
Overpressure Radius		m	172.113	169.109
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	30
- Cloud Front/Centre		m	0.993605	2.12077
- Explosion Centre		m	30	30

			Supplementary Data at 3 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	1997.55	1487.65
Used Flammable Mass		kg	1997.55	1487.65
Overpressure Radius		m	83.9212	76.0687
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	40
- Cloud Front/Centre		m	0.993605	6.98416
- Explosion Centre		m	30	40

			Supplementary Data at 10 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	1997.55	1487.65
Used Flammable Mass		kg	1997.55	1487.65
Overpressure Radius		m	41.0933	37.2482
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	40
- Cloud Front/Centre		m	0.993605	6.98416

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

- Explosion Centre	m	30	40
--------------------	---	----	----

Weather Conditions

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-01-PC

		Category 1.5/F	Category 4.3 B
Wind Speed	m/s	1.5	4.3
Pasquill Stability		F	B
Surface Roughness Length	in	7.21087	7.21087
Surface Roughness Parameter		0.0999999	0.0999999
Atmospheric Temperature	degC	16.96	16.96
Surface Temperature	degC	9.85	9.85
Relative Humidity	fraction	0.4977	0.4977

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Estación de descompresión NOVASEM

Study

E-02-CMP

Base Case

CASE Name: Data

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-02-CMP

User-Defined Data

Material

Material Identifier	Gas natural ED
Material to Track	Gas natural ED
Type of Vessel	Pressurized Gas
Pressure Specification	Pressure specified
Storage Pressure - gauge	3582 psi
Temperature	70 degC
Volume Inventory	20 m3

Scenario

Scenario Type	Leak
Phase to be Released	Vapor
Hole Diameter	0.075 in
Building Wake Effect	None

Location

Elevation	2 m
Use ERPG averaging time	ERPG not selected
Use IDLH averaging time	IDLH not selected
Use STEL averaging time	STEL not selected
Supply a user defined averaging time	Not supplied

Bund

Status of Bund	No bund present
[Type of Bund Surface	Concrete]
[Bund Height	0 m]
[Bund Failure Modeling	Bund cannot fail]

Indoor/Outdoor

Location of release	Open air release
Outdoor Release Direction	Horizontal

Flammable

Explosion Method	TNT
Jet Fire Method	Cone Model

Dispersion

Late Ignition Location	No ignition location
Mass Inventory of material to Disperse	3171 kg

Fireball Parameters

[Mass Modification Factor	3]
[Calculation method for fireball	DNV Recommended]

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

[TNO model flame temperature 1727 degC]

Toxic Parameters

[Indoor Calculations	Unselected]
[Wind Dependent Exchange Rate	Case Specified]
[Building Exchange Rate	4 /hr]
[Tail Time	1800 s]
[Set averaging time equal to exposure time	Use a fixed averaging time]
[Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation	0.05 fraction]
[Cut-off concentration for exposure time calculations	0 fraction]

Geometry

Shape	Point
Dimension	2D
System	Absolute
East(1)	0 m
North(1)	0 m

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Path: \\Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-02-CMP

DISCHARGE DATA for Weather: Global Weathers\Category 1.5/F

Wind Speed: 1.50 m/s
Wind Speed at Height (Calculated) 0.66 m/s
Pasquill Stability: F

USER-DEFINED QUANTITIES

Material Gas natural ED
Scenario Leak
Inventory 3,171.18 kg
Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 3,594.72 psi
- Temperature 70.00 degC
- Fluid State Pressurized gas

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only) n/a
Mass Flowrate 1.13546E-001 kg/s
Release Duration 120.00 s
Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):
- Pressure 1,741.14 psi
- Temperature 17.13 degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases) 437.94 m/s
- Discharge Coefficient 0.85
Final data (after atmospheric expansion):
- Temperature -64.28 degC
- Liquid Mass Fraction 0.00 fraction
- Droplet Diameter 0.00 um
- Expanded Radius 0.01 m
- Velocity 500.00 m/s

DISCHARGE DATA for Weather: Global Weathers\Category 4.3 B

Wind Speed: 4.30 m/s
Wind Speed at Height (Calculated) 3.57 m/s
Pasquill Stability: B

USER-DEFINED QUANTITIES

Material Gas natural ED
Scenario Leak
Inventory 3,171.18 kg
Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 3,594.72 psi
- Temperature 70.00 degC
- Fluid State Pressurized gas

CALCULATED QUANTITIES

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a
Mass Flowrate	1.13546E-001 kg/s
Release Duration	120.00 s
Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):	
- Pressure	1,741.14 psi
- Temperature	17.13 degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases)	437.94 m/s
- Discharge Coefficient	0.85
Final data (after atmospheric expansion):	
- Temperature	-64.28 degC
- Liquid Mass Fraction	0.00 fraction
- Droplet Diameter	0.00 um
- Expanded Radius	0.01 m
- Velocity	500.00 m/s



Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-02-CMP

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m
 All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m
 All flammable results are reported at the cloud centreline height

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 4.3 B
UFL (166614)	18.75	s	0.708662	0.694327
LFL (43734.3)	18.75	s	3.02851	2.70521
LFL Frac (21867.1)	18.75	s	5.78552	4.66645

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 4.3 B	Heights (m) for above distances
UFL (166614)	18.75	s	2.00001	2.00001	
LFL (43734.3)	18.75	s	2.00027	2.00018	
LFL Frac (21867.1)	18.75	s	2.00151	2.00066	

Jet Fire Hazard

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-02-CMP

Jet fire method used: Cone model - DNV recommended

Jet Fire Status	Category 1.5/F	Category 4.3 B
Hazard	Hazard	Hazard
Flame Direction	Horizontal	Horizontal

Radiation Effects: Jet Fire Ellipse

Path: \Estación de descompresión NOVSEM\Study\E-02-CMP

This table gives the distances to the specified radiation levels for each jet fire listed in the above hazard table

Radiation Level			Category 1.5/F	Category 4.3 B
1.4	kW/m2		5.60325	5.12049
5	kW/m2		Not Reached	Not Reached
12.5	kW/m2		Not Reached	Not Reached
37.5	kW/m2		Not Reached	Not Reached

Radiation Effects: Jet Fire Distance

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-02-CMP

Radiation Level (kW/m2)
Category 1.5/F
Category 4.3 B

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Flash Fire Envelope

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-02-CMP

All flammable results are reported at the cloud centreline height

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Furthest Extent	21867.1	ppm	5.78552	4.66645
Furthest Extent	43734.3	ppm	3.02851	2.70521

			Heights (m) for above distances	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Furthest Extent	21867.1	ppm	2.00151	2.00066
Furthest Extent	43734.3	ppm	2.00027	2.00018

Weather Conditions

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-02-CMP

			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Wind Speed		m/s	1.5	4.3
Pasquill Stability			F	B
Surface Roughness Length		in	7.21087	7.21087
Surface Roughness Parameter			0.0999999	0.0999999
Atmospheric Temperature		degC	16.96	16.96
Surface Temperature		degC	9.85	9.85
Relative Humidity		fraction	0.4977	0.4977

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Estación de descompresión NOVASEM

Study

E-03-CA

Base Case

CASE Name: Data

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-03-CA

User-Defined Data

Material

Material Identifier	Gas natural ED
Material to Track	Gas natural ED
Type of Vessel	Pressurized Gas
Pressure Specification	Pressure specified
Storage Pressure - gauge	3582 psi
Temperature	70 degC
Volume Inventory	20 m3

Scenario

Scenario Type	Leak
Phase to be Released	Vapor
Hole Diameter	0.375 in
Building Wake Effect	None

Location

Elevation	2 m
Use ERPG averaging time	ERPG not selected
Use IDLH averaging time	IDLH not selected
Use STEL averaging time	STEL not selected
Supply a user defined averaging time	Not supplied

Bund

Status of Bund	No bund present
[Type of Bund Surface	Concrete]
[Bund Height	0 m]
[Bund Failure Modeling	Bund cannot fail]

Indoor/Outdoor

Location of release	Open air release
Outdoor Release Direction	Horizontal

Flammable

Explosion Method	TNT
Jet Fire Method	Cone Model

Dispersion

Late Ignition Location	No ignition location
Mass Inventory of material to Disperse	3171 kg

Fireball Parameters

[Mass Modification Factor	3]
[Calculation method for fireball	DNV Recommended]

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

[TNO model flame temperature 1727 degC]

Toxic Parameters

[Indoor Calculations	Unselected]
[Wind Dependent Exchange Rate	Case Specified]
[Building Exchange Rate	4 /hr]
[Tail Time	1800 s]
[Set averaging time equal to exposure time	Use a fixed averaging time]
[Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation	0.05 fraction]
[Cut-off concentration for exposure time calculations	0 fraction]

Geometry

Shape	Point
Dimension	2D
System	Absolute
East(1)	0 m
North(1)	0 m

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Path: \Estación de descompresión NOVASEMStudy\E-03-CA

DISCHARGE DATA for Weather: Global Weathers\Category 1.5/F

Wind Speed: 1.50 m/s
Wind Speed at Height (Calculated) 0.66 m/s
Pasquill Stability: F

USER-DEFINED QUANTITIES

Material Gas natural ED
Scenario Leak
Inventory 3,171.18 kg
Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 3,594.72 psi
- Temperature 70.00 degC
- Fluid State Pressurized gas

CALCULATED QUANTITIES

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only) n/a
Mass Flowrate 2.83864E+000 kg/s
Release Duration 120.00 s

Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):

- Pressure 1,741.14 psi
- Temperature 17.13 degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases) 437.94 m/s
- Discharge Coefficient 0.85

Final data (after atmospheric expansion):

- Temperature -64.28 degC
- Liquid Mass Fraction 0.00 fraction
- Droplet Diameter 0.00 um
- Expanded Radius 0.05 m
- Velocity 500.00 m/s

DISCHARGE DATA for Weather: Global Weathers\Category 4.3 B

Wind Speed: 4.30 m/s
Wind Speed at Height (Calculated) 3.57 m/s
Pasquill Stability: B

USER-DEFINED QUANTITIES

Material Gas natural ED
Scenario Leak
Inventory 3,171.18 kg
Fixed Duration n/a s

Stagnation data (data at upstream end for long pipe):

- Pressure 3,594.72 psi
- Temperature 70.00 degC
- Fluid State Pressurized gas

CALCULATED QUANTITIES

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space only)	n/a
Mass Flowrate	2.83864E+000 kg/s
Release Duration	120.00 s
Orifice or pipe exit data (before atmospheric expansion):	
- Pressure	1,741.14 psi
- Temperature	17.13 degC
- Vena Contracta Velocity (exit velocity for pipe releases)	437.94 m/s
- Discharge Coefficient	0.85
Final data (after atmospheric expansion):	
- Temperature	-64.28 degC
- Liquid Mass Fraction	0.00 fraction
- Droplet Diameter	0.00 um
- Expanded Radius	0.05 m
- Velocity	500.00 m/s



Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-03-CA

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m
 All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m
 All flammable results are reported at the cloud centreline height

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 4.3 B
UFL (166614)	18.75	s	3.51391	3.37125
LFL (43734.3)	18.75	s	14.5633	12.0472
LFL Frac (21867.1)	18.75	s	30.7344	21.4159

Concentration(ppm)	Averaging Time		Category 1.5/F	Category 4.3 B
UFL (166614)	18.75	s	2.00019	2.00017
LFL (43734.3)	18.75	s	2.00613	2.0034
LFL Frac (21867.1)	18.75	s	2.04686	2.01389

Jet Fire Hazard

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-03-CA

Jet fire method used: Cone model - DNV recommended

Jet Fire Status	Category 1.5/F	Category 4.3 B
Hazard	Hazard	Hazard
Flame Direction	Horizontal	Horizontal

Radiation Effects: Jet Fire Ellipse

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-03-CA

This table gives the distances to the specified radiation levels for each jet fire listed in the above hazard table

Radiation Level			Category 1.5/F	Category 4.3 B
1.4	kW/m2		39.6537	39.1739
5	kW/m2		29.0379	29.4881
12.5	kW/m2		23.5076	24.5625
37.5	kW/m2		14.7378	17.2647

Radiation Effects: Jet Fire Distance

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-03-CA

Radiation Level (kW/m2)
Category 1.5/F
Category 4.3 B

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 135,133



Study Folder: Estación de Descompresión NOVASEM

Phast 6.7

Flash Fire Envelope

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-03-CA

All flammable results are reported at the cloud centreline height

			Distance (m)	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Furthest Extent	21867.1	ppm	30.7344	21.4159
Furthest Extent	43734.3	ppm	14.5633	12.0472
			Heights (m) for above distances	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Furthest Extent	21867.1	ppm	2.04686	2.01389
Furthest Extent	43734.3	ppm	2.00613	2.0034



Explosion Effects: Late Ignition

Path: \Estación de descompresión NOVASEM\Study\E-03-CA

Explosion Model Used : TNT
 Explosion Location Criterion: Cloud Front (LFL Fraction)
 All distances are measured from the Source
 All flammable results are reported at the cloud centreline height

			Maximum Distance (m) at Overpressure Level	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Overpressure	0.5	psi	48.0542	35.8073
Overpressure	1	psi	40.9913	29.6234
Overpressure	3	psi	35.3593	24.6923
Overpressure	10	psi	32.6243	22.2977

			Supplementary Data at 0.5 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Used Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Overpressure Radius		m	18.0542	15.8073
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	20
- Cloud Front/Centre		m	30	20
- Explosion Centre		m	30	20

			Supplementary Data at 1 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Used Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Overpressure Radius		m	10.9913	9.62341
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	20
- Cloud Front/Centre		m	30	20
- Explosion Centre		m	30	20

			Supplementary Data at 3 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Used Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Overpressure Radius		m	5.3593	4.69232
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	20
- Cloud Front/Centre		m	30	20
- Explosion Centre		m	30	20

			Supplementary Data at 10 psi	
			Category 1.5/F	Category 4.3 B
Supplied Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Used Flammable Mass		kg	0.520242	0.349177
Overpressure Radius		m	2.62426	2.29766
Distance to:				
- Ignition Source		m	30	20
- Cloud Front/Centre		m	30	20

ANEXO II-2

Informe Técnico

Datos generales del Regulador

Fecha de Ingreso			
DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADOR PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO.			
Nombre de la Empresa		GRUPO INGENII S. DE R.L. DE C.V.	
Nombre de la persona responsable		GRUPO INGENII S. DE R.L. DE C.V.	LIDER DEL ESTUDIO
DATOS GENERALES DEL REGULADOR			
CURR		RFC	CCH140219QX7
Nombre, razón o denominación social		CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.	
Nombre del Proyecto		ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN NOVASEM	
Objetivo del proyecto		El objetivo de este proyecto es dar cumplimiento a las disposiciones y regulaciones aplicables al proyecto en materia de impacto y riesgo ambiental, por medio de un Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos conforme con las Guías emitidas por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos	
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES			
Calle y Número	_____	Colonia/Localidad	_____
Municipio / Delegación	_____	Estado	_____
Código Postal	_____	PUNTO DE NOTIFICACIONES	
DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP			
Calle y Número	_____	Colonia/Localidad	_____
Municipio / Delegación	_____	Estado	_____
Código Postal	_____	Correo electrónico	_____
Teléfono	_____	Diego Covarrubias Gómez	
Nombre del representante del regulado		Representante Legal	
Cargo		Representante Legal	
ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3º., Fracción XI de la Ley de la ASEA)			
a	Reconocimiento y exploración superficial y exploración y extracción de Hidrocarburos	b	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo
c	Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento y distribución de gas natural.	d	Transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo
e	Transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos	f	Transporte por ducto y almacenamiento que se encuentra vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1		
2		
3		
4		

COORDENADAS DEL
PROYECTO ART. 116
PRIMER PARRAFO DE LA
LGTAIP Y ART. 110
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

No Evento	Evento	Cantidad hipotética liberada (kg/s)		Presión	Estado físico	Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo		Zona de amortiguamiento		Punto Modelado
		Tasa de emisión (Kg/s)	Diametro de ruptura (in)	(Psig)			Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	
E-01-PC	Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente.	--	1.0	3582	Gas	PHAST 6.7	12.5	200.7	5.0	327.05	1.4	607.97	Línea de entrada
E-02-CMP	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 20%	0.1135	0.375	3582	Gas	PHAST 6.7	12.5	No alcanzado	5.0	No alcanzado	1.4	5.06	Filtros Tubería y/o accesorios
E-03-CA	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 100%	2.838	0.375	3582	Gas	PHAST 6.7	12.5	23.50	5.0	29.03	1.4	39.65	Filtros Tubería y/o accesorios

No Evento	Evento	Cantidad hipotética liberada (Kg/s, m3 o kg)		Estado físico	Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo		Zona de amortiguamiento		Punto modelado
		Tasa de emisión (kg/s)	Diámetro de ruptura (in)			Presión (lb/in2)	Distancia (m)	Presión (lb/in2)	Distancia (m)	Presión (lb/in2)	Distancia (m)	
E-01-PC	Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente.	--	1.0	Gas	PHAST 6.7	3.0	113.92	1.0	202.11	0.5	312.71	Línea de entrada
E-02-CMP	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 20%	0.1135	0.375	Gas	PHAST 6.7	3.0	No se presenta	1.0	No se presenta	0.5	No se presenta	Filtros Tubería y/o accesorios
E-03-CA	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 100%	2.838	0.375	Gas	PHAST 6.7	3.0	35.35	1.0	40.99	0.5	48.05	Filtros Tubería y/o accesorios

ANEXO II-3

Diagramas de pétalos

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

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Radio potenciales de afectación por radiación térmica por un dardo de fuego (Jet Fire)

Niveles de Radiación	Distancia en (m)	
12.5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo por daño a equipos	200.70
5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo	327.05
1.4 kW/m ² 	Zona de amortiguamiento	607.97
Condiciones climáticas	"Estación de descompresión, Novasem, Cuachicqueh."	
Velocidad del viento:	1.5 m/s	E-01-PC
		DEF 1.0"
Estabilidad Pasquill:	F	Se modela un dardo de fuego por ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
		GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V.		Plano E-01-PC Radiación

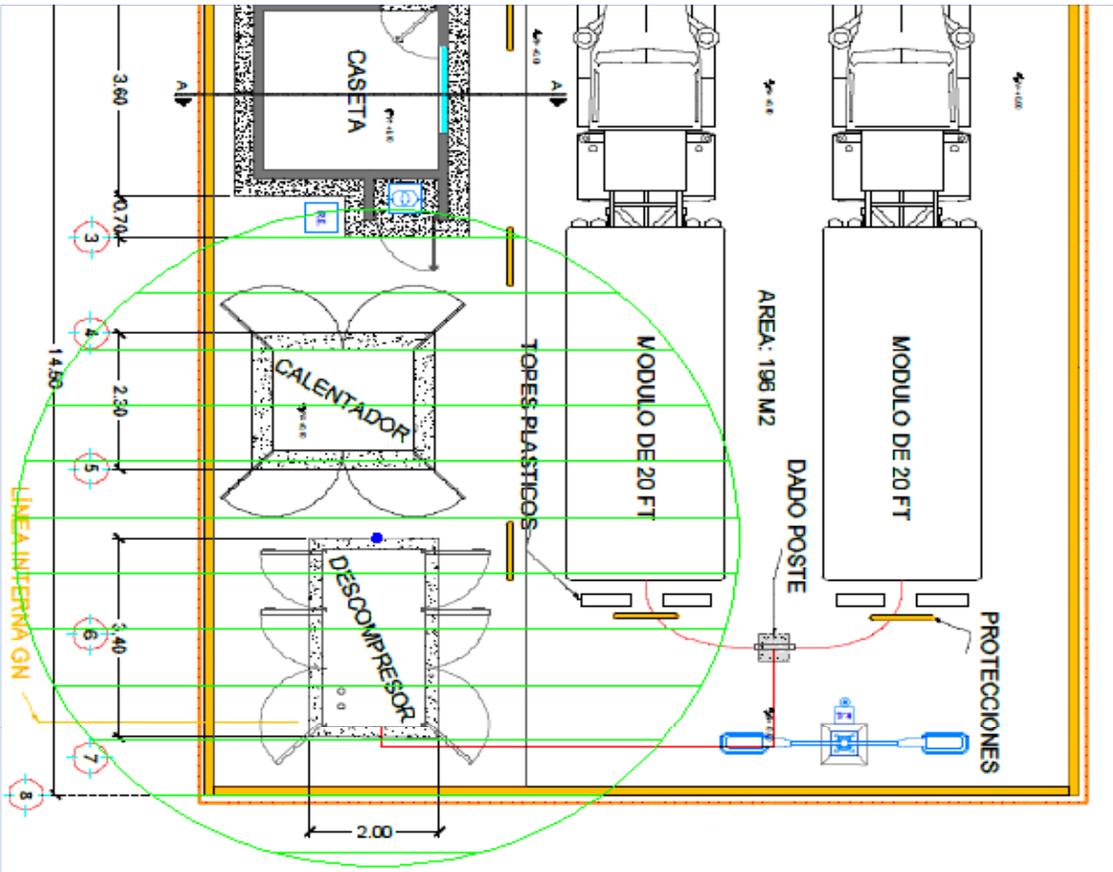
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Radios potenciales de afectación por niveles de sobrepresión (explosión)

Niveles de sobrepresión		Distancia en (m)	
3	lb/in2 	Zona de alto riesgo por daño a equipos	111.92
1	lb/in2 	Zona de alto riesgo	202.11
0.5	lb/in2 	Zona de amortiguamiento	312.71
Condiciones climáticas		"Estación de descompresión, Novasem, Cuachicqueh."	
Velocidad del viento:		1.5 m/s	E-01-PC
		DEF	1.0"
Estabilidad Pasquill:		F	Se modela una explosión por ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
		GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V.		Plano E-01-PC Sobrepresión

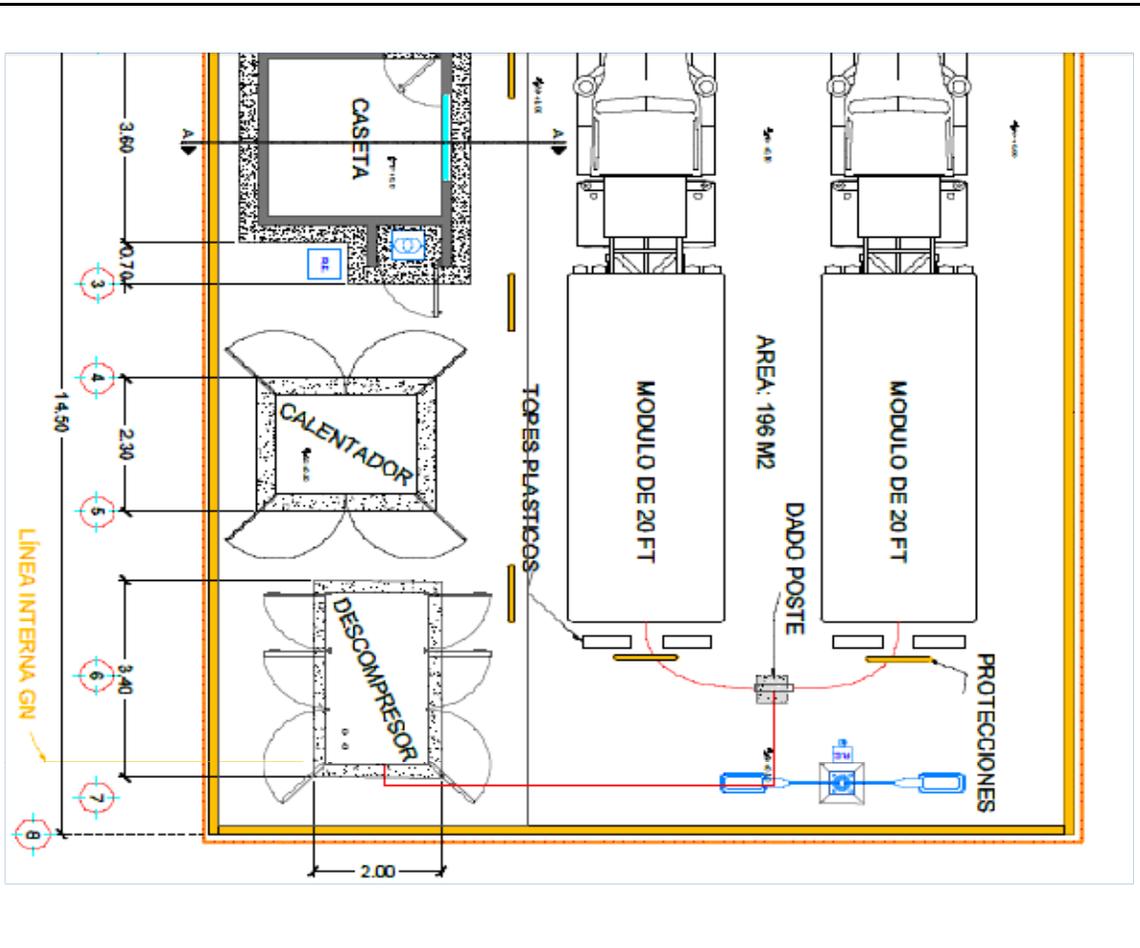


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Radios potenciales de afectación por radiación térmica por un dardo de fuego (Jet Fire)

Niveles de Radiación	Distancia en (m)	
12.5 kW/m2	Zona de alto riesgo por daño a equipos	No alcanzado
5 kW/m2	Zona de alto riesgo	No alcanzado
1.4 kW/m2	Zona de amortiguamiento	5.60
Condiciones climáticas	"Estación de descompresión, Novasem, Cuachicqueh."	
Velocidad del viento:	1.5 m/s	E-02-CMP
		DEF 0.075"
Estabilidad Pasquill:	F	Se modela un dardo de fuego por fuga de gas natural en tubería y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" a la entrada de los filtros.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
		GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V.		Plano E-02-CMP Radiación



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Radios potenciales de afectación por niveles de sobrepresión (explosión)		
Niveles de sobrepresión	Distancia en (m)	
3 lb/in2 —	Zona de alto riesgo por daño a equipos	No se presenta
1 lb/in2 —	Zona de alto riesgo	No se presenta
0.5 lb/in2 —	Zona de amortiguamiento	No se presenta
Condiciones climáticas	"Estación de descompresión, Novasem, Cuachicqueh."	
Velocidad del viento:	1.5 m/s	E-02-CMP
		DEF 0.075"
Estabilidad Pasquill:	F	Se modela una explosión por fuga de gas natural en tubería y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" a la entrada de los filtros.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
		GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V.		Plano E-02-CMP Sobrepresión

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

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Radio potenciales de afectación por radiación térmica por un dardo de fuego (Jet Fire)

Niveles de Radiación	Distancia en (m)	
12.5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo por daño a equipos	23.50
5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo	29.03
1.4 kW/m ² 	Zona de amortiguamiento	39.65
Condiciones climáticas	"Estación de descompresión, Novasem, Cuachicqueh."	
Velocidad del viento:	1.5 m/s	E-03-CA
		DEF 0.375"
Estabilidad Pasquill:	F	Se modela un dardo de fuego por fuga de gas natural en tubería y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" a la entrada de los filtros.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
		GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V.		Plano E-03-CA Radiación

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

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Radios potenciales de afectación por niveles de sobrepresión (explosión)

Niveles de sobrepresión	Distancia en (m)		
3 lb/in2 	Zona de alto riesgo por daño a equipos	35.25	
1 lb/in2 	Zona de alto riesgo	40.99	
0.5 lb/in2 	Zona de amortiguamiento	48.05	
Condiciones climáticas	"Estación de descompresión, Novasem, Cuachicqueh."		
Velocidad del viento:	1.5 m/s	E-03-CA	
		DEF	0.375"
Estabilidad Pasquill:	F	Se modela una explosión por fuga de gas natural en tubería y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" a la entrada de los filtros.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
		GRUPO INGENII, S. DE R.L. DE C.V.		Plano E-03-CA Sobrepresión

ANÁLISIS DE RIESGO

Sector Hidrocarburos

Actividades Altamente Riesgosas

CAPÍTULO III

Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas

Estación de Descompresión NOVASEM



CORPORACIÓN C H 4, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO III

Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas

CONTENIDO

3.1 ANÁLISIS DE RIESGO	117
3.1.1 Reposicionamiento de riesgo	117
3.1.2 Análisis de vulnerabilidad	119
3.1.3 Receptores de riesgo	122
3.2 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP (AS LOW AS REASONABLY PRACTICABLE, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE)..	124
3.2.1 Nivel integral de seguridad (SIL, por sus siglas en inglés) del proyecto y/o instalación	124
3.2.2 Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo	124
3.3 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	124
3.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

Índice de Tablas

Tabla III.1 Reposicionamiento de eventos	117
Tabla III.2 Interacciones de riesgos	119
Tabla III.3 Descripción de los posibles receptores del riesgo	122
Tabla III.4 Lista de recomendaciones derivadas del estudio HazOp	126
Tabla III.5 Lista de recomendaciones generales del Qué pasa si...?	127

CAPÍTULO III

Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas

3.1 ANÁLISIS DE RIESGO

3.1.1 Reposicionamiento de riesgo

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo para identificación de riesgos, se realizó la ponderación cualitativa de las desviaciones (peligros) encontrados determinando la Magnitud de Riesgo (MR) de cada desviación. De esta determinación de la MR, se señalaron todos los eventos ponderados como riesgo indeseable en donde se involucran pérdida de contención en líneas y equipos.

Una vez obtenidos los resultados de las simulaciones de estos eventos, se determinó el reposicionamiento, por lo cual quedaron como lo indica la Tabla III.1

Tabla III.1 Reposicionamiento de eventos

No. de escenario	Causa	Consecuencia	Sin protecciones					Riesgo	Salvaguardas	Con protecciones					Riesgo
			F	P	P	A	I			F	P	P	A	I	
2	Taponamiento del filtro coalescente.	1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros 2. Daños al equipo 3. Gas natural fuera de especificación 4. Posible fuga. 5. Posible explosión y/o incendio	4	3	1	3	3	B	1. Transmisor de presión PT-01 103. 2. Líneas de desfogue del poste de descarga. 3. Válvula de corte en el poste de descarga. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión.	4	1	1	1	1	C
4	Taponamiento del filtro de	1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros	4	3	1	3	3	B	1. Transmisor de presión PT-01 103 2. Líneas de desfogue del	4	1	1	1	1	C

No. de escenario	Causa	Consecuencia	Sin protecciones					Riesgo	Salvaguardas	Con protecciones					Riesgo
			F	P e r	P o b	A m b	I n t			F	P e r	P o b	A m b	I n t	
	partículas	2. Daños al equipo 3. Gas natural fuera de especificación 4. Posible fuga 5. Posible explosión y/o incendio							poste de descarga 3. Válvula de corte en el poste de descarga 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión						
12	Taponamiento del filtro coalescente	1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros 2. Daños al equipo 3. Gas natural fuera de especificación. 4. Posible fuga 5. Posible explosión y/o incendio	4	3	1	3	3	B	1. Transmisor de presión PT-02 103 2. Indicador controlador de flujo FIC 01 103 3. Paro por emergencia en la estación de descompresión	4	1	1	1	1	C
13	Taponamiento del filtro de partículas	1. Represionamiento en la línea de entrada y filtros 2. Daños al equipo 3. Gas natural fuera de especificación 4. Posible fuga 5. Posible explosión y/o incendio	4	3	1	3	3	B	1. Transmisor de presión PT-02 103 2. Indicador controlador de flujo FIC 01 103 3. Paro por emergencia en la estación de descompresión	4	1	1	1	1	C
2.3.1	1. Colisión de MAM con línea	1. Daños a la Estación de Descompresión 2. Posibles fuga	4	3	3	2	2	B	1. Bloqueador de estacionamiento 2. Paro por emergencia en	4	2	2	2	2	C

No. de escenario	Causa	Consecuencia	Sin protecciones					Salvaguadas	Con protecciones					
			F	P	P	A	R		F	P	P	A	R	
			r	e	o	m	i		r	e	o	m	i	
				b	b	n	e			b	b	t	s	
							g						o	
	de alimentación de alta presión o estación de descompresión.	3. Posible incendio y/o explosión 4. Pérdidas económicas						la estación de descompresión 3. Equipo contra incendio 4. Teléfonos de emergencia						

Análisis: GRUPO INGENII S. de R.L. de C.V.

3.1.2 Análisis de vulnerabilidad

En la Tabla III.2 se muestran las interacciones de riesgo de los escenarios simulados, en las que se marcan de manera puntual las distancias entre equipos y/o zonas aledañas al evento a simular, así como las salvaguadas que se tienen en específico para estos escenarios hipotéticos.

Tabla III.2 Interacciones de riesgos

Clave escenario de Riesgo	Equipo / Sitio de la planta	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m)	Sistemas de seguridad y Medidas preventivas (Identificadas en sesiones de trabajo)
E-01-PC	Línea de entrada	Gas natural	Módulo BonGas 600	5	1. Bloqueador de estacionamiento 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión 3. Equipo contra incendio 4. Teléfonos de emergencia
			Poste de descarga	0.8	
			Tablero de alarma	13	
			MAM	3.0	
			Caseta	11	
			Límites de NOVASEM	10	

Clave escenario de Riesgo	Equipo / Sitio de la planta	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m)	Sistemas de seguridad y Medidas preventivas (Identificadas en sesiones de trabajo)
			Patio de maniobras	10	
			Calentador	7	
			Línea de gas a cliente	7.5	
			Cabina de conductores	9.8	
			Casas aledañas al oeste	37 95	
			Oficinas de NOVASEM	65	
			Subestación eléctrica	65	
			Torre de proceso	62	
			Baños	75	
			Torre desgranadora	80	
			Recibo de mazorca	45	
			Plataforma de deshojado	52	
			Plataforma de silos	65	
			Zonas de cultivos	25 100	
			Área de secado	102	
			Bodega 1	95	
			Bodega 2	120	
			Secadora	95	
			Laboratorio	100	
			Estacionamiento interno	140	
			Línea de alta tensión de CFE	300	
			Acceso principal	200	
			Estacionamiento para visitantes	230	
			Carretera a Barra de Navidad	290	
			Restaurante la maestra	320	

Clave escenario de Riesgo	Equipo / Sitio de la planta	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m)	Sistemas de seguridad y Medidas preventivas (Identificadas en sesiones de trabajo)
			Restaurante Güero Plus	330	
			Rancho San Camilo	560	
E-02-CMP	Filtro Tubería y/o accesorios	Gas natural	Sin daños en el Módulo BonGas 600	0.5	1. Transmisor de presión PT-01 103 2. Líneas de desfogue del poste de descarga 3. Válvula de corte en el poste de descarga 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión
E-03-CA	Filtro Tubería y/o accesorios	Gas natural	MAM	3.0 7.0	1. Transmisor de presión PT-01 103 2. Líneas de desfogue del poste de descarga 3. Válvula de corte en el poste de descarga 4. Paro por emergencia en la Estación de Descompresión
			Calentador	1.0	
			Poste de descarga	7.0	
			Cabina del MAM	6	
			Tablero de alarma	7.2	
			Caseta	6	
			Línea interna de alta presión	3.0	
			Línea de gas a cliente	3.8	
			Límites de NOVASEM	7.5	
			Patio de maniobras	18.0	
			Zonas de cultivo	21.0	
			Casas aledañas	33.0	

Análisis: GRUPO INGENII S. de R.L. de C.V.

3.1.3 Receptores de riesgo

En la Tabla III.3 se describen las posibles afectaciones que se esperan al personal, a la población, al medio ambiente y a la instalación, de acuerdo con los resultados de la simulación de escenarios reportados anteriormente y sus Diagramas de pétalos (Anexo II-3).

Tabla III.3 Descripción de los posibles receptores del riesgo

Clave escenario de Riesgo	Descripción del escenario de riesgo	Afectaciones	Sistemas de seguridad y Medidas preventivas (Identificadas en sesiones de trabajo)
E-01-PC	Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la estación de descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente.	<p>Personal: El personal que se encuentre presente en el área en un radio de 200.70 m respecto del origen puede sufrir daños en 1 minuto y en un radio de 327.05 m respecto del origen le puede causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos con quemaduras de segundo grado. En caso de presentarse una explosión en un radio 113.92 m respecto del origen el personal presente puede sufrir graves daños a la salud e integridad física.</p> <p>Población: En caso de presentarse una explosión en un radio de 202.11 m respecto del origen los habitantes presentes pueden sufrir graves daños a la salud e integridad física así como demolición parcial de casas.</p> <p>Medio ambiente: El daño ambiental en caso de incendio y/o explosión, será la pérdida de especies nativas; así mismo, se generarían emisiones a la atmósfera producto de la combustión.</p> <p>Instalación: Los equipos sufren daños; y se colapsan las estructuras en un radio de 113.92 m por efectos de la explosión. Causaría costos de hasta un día de producción y/o producto. Daño mínimo a los equipos. (<500,000 USD)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bloqueador de estacionamiento. 2. Paro por emergencia en la estación de descompresión. 3. Equipo contra incendio. 4. Teléfonos de emergencia.

Clave escenario de Riesgo	Descripción del escenario de riesgo	Afectaciones	Sistemas de seguridad y Medidas preventivas (Identificadas en sesiones de trabajo)
E-02-CMP	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 20%.	<p>Personal: No hay daños al personal.</p> <p>Población: Los radios de afectación quedan contenidos en la instalación.</p> <p>Medio ambiente: El daño ambiental en caso de incendio y/o explosión, serían la generación de emisiones a la atmósfera.</p> <p>Instalación: Los equipos no sufren daños;</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de presión PT-01 103. 2. Líneas de desfogue del poste de descarga. 3. Válvula de corte en el poste de descarga. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión.
E-03-CA	Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 100%	<p>Personal: El personal que se encuentre presente en el área en un radio de 23.50 m respecto del origen puede sufrir daños en 1 minuto y en un radio de 29.03 m respecto del origen le puede causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos con quemaduras de segundo grado. En caso de presentarse una explosión en un radio 35.35 m respecto del origen el personal presente puede sufrir graves daños a la salud e integridad física.</p> <p>Población: Debido a que el radio de afectación por una explosión es de 40.99 m, no habría daños a la población ya que esté no rebasa los límites de la instalación.</p> <p>Medio ambiente: El daño ambiental, serían la generación de emisiones a la atmósfera.</p> <p>Instalación: Los equipos sufren daños; y se colapsan las estructuras en un radio de 35.35 m por efectos de la explosión. Causaría costos de hasta un día de producción y/o producto. Daño mínimo a los equipos. (<500,000 USD)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transmisor de presión PT-01 103. 2. Líneas de desfogue del poste de descarga. 3. Válvula de corte en el poste de descarga. 4. Paro por emergencia en la estación de descompresión.

Análisis: GRUPO INGENII S. de R.L. de C.V.

3.2 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP (AS LOW AS REASONABLY PRACTICABLE, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE)

3.2.1 Nivel integral de seguridad (SIL, *por sus siglas en inglés*) del proyecto y/o instalación

Para este apartado cabe señalar que en referencia con el desarrollo del Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos para la Estación de Descompresión se determina lo siguiente:

No se identificaron escenarios que aun con la rejerarquización de riesgos realizada y en base con la aplicación de técnicas tanto cualitativas como cuantitativas, requieran que su magnitud deba ser aun reducida para conseguir niveles de tolerabilidad del riesgo, por lo anterior, no se consideró procedente su desarrollo, siendo este cancelado en el desarrollo de este estudio.

3.2.2 Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo

Los sistemas de seguridad con los que contará la Estación de Descompresión se muestran en el apartado 1.3 de este documento.

3.3 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

El presente Estudio de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH), se ha elaborado conforme con la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos de la ASEA, en donde se desarrolló el análisis preliminar de riesgo, análisis cualitativo de riesgo, análisis cuantitativo de riesgo y análisis de consecuencias. De lo anterior se hace mención que, el Análisis Preliminar de Riesgo consistió en realizar una revisión general del proyecto "Estación de Descompresión NOVASEM", acompañado de un histórico de accidentes (haciendo el señalamiento que actualmente no se cuenta con mucha información en México de escenarios de estaciones de descompresión) y de la información de ingeniería de diseño de los sistemas involucrados con el manejo de Gas Natural como son: Diagramas de tubería e instrumentación (DTI's), paro por emergencia, manuales de operación, Plot plan de la instalación, diseño de MAM y postes de descarga.

El análisis cualitativo fue realizado por un Grupo Multidisciplinario de trabajo para la identificación de peligros mediante las metodologías HazOp y ¿Qué pasa si...? (What If...?), siendo en este caso y tomando como referencia dicha información, la identificación de 30 escenarios de riesgos que son: 4 tipo B, 14 tipo C y 12 sin causa de interés, mismos que se indican en el apartado reposicionamiento de escenario de riesgo, para el caso de la metodología ¿Qué pasa si...?, se identificaron 124 escenarios de riesgo que son: 12 tipo B, 111 tipo C y uno sin causa de interés.

Estación de Descompresión NOVASEM

Mediante la aplicación de ambas metodologías, se identificaron escenarios de riesgo, destacando las siguientes consecuencias:

- ❖ Posible incendio y/o explosión
- ❖ Posibles fugas de gas natural
- ❖ Daños a la instalación
- ❖ Pérdidas económicas

De la evaluación de consecuencia se encontraron eventos que podrían causar daños severos a las instalaciones de la Estación de Descompresión como son los escenarios 2, 4 y 2.3.1.

Derivado del Análisis de Consecuencias mediante software PHAST, se simularon 3 escenarios de interés Peor Caso, Caso Más Probable y Caso Alternativo, los cuales se encuentran representados en los Diagramas de pétalos de los escenarios de riesgo (Anexo II-3). Los radios de afectación dan la pauta para realizar el análisis de vulnerabilidad, describiendo los riesgos a continuación:

Peor caso (E-01-PC): Ruptura en línea de entrada de 1.0" a la Estación de Descompresión, producida por colisión de MAM, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población, medio ambiente.

Personal: El personal que se encuentre presente en el área en un radio de 200.70 m respecto del origen puede sufrir daños en 1 minuto y en un radio de 327.05 m respecto del origen le puede causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos con quemaduras de segundo grado.

En caso de presentarse una explosión en un radio 113.92 m respecto del origen el personal presente puede sufrir graves daños a la salud e integridad física.

Población: En caso de presentarse una explosión en un radio de 202.11 m respecto del origen los habitantes presentes pueden sufrir graves daños a la salud e integridad física así como demolición parcial de casas.

Medio ambiente: El daño ambiental en caso de incendio y/o explosión, será la pérdida de especies nativas; así mismo, se generarían emisiones a la atmósfera producto de la combustión.

Instalación: Los equipos sufren daños; y se colapsan las estructuras en un radio de 113.92 m por efectos de la explosión. Causaría costos de hasta un día de producción y/o producto. Daño mínimo a los equipos. (<500,000 USD)

Caso Más Probable (E-02-CMP): Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por resquebrajamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 20%.

Estación de Descompresión NOVASEM

Personal: No hay daños al personal.

Población: Los radios de afectación quedan contenidos en la instalación.

Medio ambiente: El daño ambiental, serían la generación de emisiones a la atmósfera.

Instalación: Los equipos no sufren daños.

Caso Alternativo (E-03-CA): Fuga de gas natural en tuberías y/o accesorios por represionamiento en línea de 3/8" debido a taponamiento de filtros, con posibles daños a equipos e incendio y/o explosión con riesgo al personal, a la población y medio ambiente. 100%.

Personal: El personal que se encuentre presente en el área en un radio de 23.50 m respecto del origen puede sufrir daños en 1 minuto y en un radio de 29.03 m respecto del origen le puede causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos con quemaduras de segundo grado.

En caso de presentarse una explosión en un radio 35.35 m respecto del origen el personal presente puede sufrir graves daños a la salud e integridad física.

Población: Debido a que el radio de afectación por una explosión es de 40.99 m, no habría daños a la población ya que éste no rebasa los límites de la instalación.

Medio ambiente: El daño ambiental, serían la generación de emisiones a la atmósfera.

Instalación: Los equipos sufren daños; y se colapsan las estructuras en un radio de 35.35 m por efectos de la explosión. Causaría costos de hasta un día de producción y/o producto. Daño mínimo a los equipos. (<500,000 USD)

Asimismo, se generaron recomendaciones resultantes del análisis de riesgos de procesos, las cuales se presentan en las Tablas III.17 y III.18, para ser aplicadas antes y durante la operación de la estación de descompresión:

Tabla III.4 Lista de recomendaciones derivadas del estudio HazOp

Escenario	Recomendaciones
1	Verificar el cumplimiento del programa MIP
2, 4, 12, 13, 15	Dar mantenimiento preventivo al equipo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante
3, 5, 6	Se deberá seguir y atender el programa de mantenimiento y calibración de válvulas reductora de presión que indique el fabricante
8, 9, 10	Cumplir con los programas de mantenimiento a instrumentos de control y de monitoreo

Escenario	Recomendaciones
	Asegurar la operación confiable de las alarmas de estado (presión y temperatura)
14, 31, 25, 30	Dar capacitación al personal en procedimientos operativos para trabajos en la estación de descompresión, EPO
17, 22	Capacitar al personal en el manual del dispositivo de regulación de presión de gas
16, 17, 18, 23	Se recomienda seguir los procedimientos y protocolos de cada evento operativo, capacitación continua al operador
24	Se recomienda llevar a cabo programas de mantenimiento que indique el fabricante de la instrumentación y control neumática y eléctrica de los equipos y accesorios
	Se recomienda atender los programas de mantenimiento que marque el fabricante en accesorios y dispositivos de control

Fuente: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

- **MIP.** Mantenimiento e inspección preventivos.
- **EPO.** Entrenamiento en procedimientos operativos.

Tabla III.5 Lista de recomendaciones generales del Qué pasa si...?

Escenario	Recomendaciones
1.1.1 1.1.2	1. Aplicar el proceso continuo de selección, contratación, capacitación 2. Adiestramiento del personal para la Operación y Mantenimiento de la Estación de descompresión
1.2.1	3. Dar cumplimiento a la norma NOM-STPS-025-2008. Condiciones de Iluminación en la Estación de Descompresión
	4. Dar cumplimiento a la norma NOM-STPS-017-2008, Equipo de protección personal-selección, uso obligatorio y correcto del EPP en el desarrollo de las actividades
2.1.1 2.2.1 2.3.1 2.3.3 2.5.1	5. Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE)
2.1.1 2.3.3 2.4.5 2.5.1	6. Capacitar y adiestrar al personal sobre procedimientos operativos protocolos y plan emergencia en eventos de riesgo
2.1.1	7. Que se lleven a cabo los programas de simulacros en la instalación a fin de que el personal esté debidamente capacitado y tenga conocimiento que acciones tomar al evento

Escenario	Recomendaciones
	8. Revisar los programas de simulacros para diferentes eventos y sus acciones
2.2.1	9. Elaborar y difundir el protocolo de respuesta emergencia con base en los resultados del ARSH
2.3.1	10. Dar capacitación al personal en planes de respuesta a emergencia Escenario de riesgo tipo "B"
	11. Dar capacitación continua a conductores para manejo y mantenimiento de MAM Escenario de riesgo tipo "B"
2.4.5	12. Contar con el diseño y selección de la planta de emergencia de generación de energía eléctrica que garantice la operación en una condición emergente por fallo del suministro eléctrico (CFE)

Fuente: GRUPO INGENII, S. de R.L. de C.V.

Otras recomendaciones generales son:

- Utilizar señales y/o leyendas que indiquen el riesgo de fluidos peligrosos (tóxico, inflamable, explosivo, irritante, corrosivo, reactivo, alta temperatura, baja temperatura, alta presión).
- Capacitar al personal en operaciones de seguridad y mantenimiento incluyendo, pero sin ser limitado a válvulas, extinguidores, diagnóstico del sistema de monitoreo, detección de fugas, sistema de alarmas, y paros en caso de emergencias.
- Contar con los procedimientos de seguridad para las actividades de mantenimiento a las instalaciones eléctricas, con lo dispuesto en la norma oficial mexicana NOM-029-STPS-2011.

3.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AICHe/CCPS (1994). Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires, and BLEVEs, New York, American Institute of Chemical Engineers.
- AICHe/CCPS (2000). Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, Second Edition, New York, American Institute of Chemical Engineers.
- CCPS (2008). Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 3rd edition, Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, New York.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1995). Carta Edafológica de México [.shp]. 1:1,000,000. México.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). EncicloVida. Especies de Aves en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). EncicloVida. Especies de Plantas en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco.

- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). EncicloVida. Especies de Mamíferos en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). EncicloVida. Especies de Reptiles en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). EncicloVida. Especies de Anfibios en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2022). EncicloVida. Especies de Aves en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1998). Carta de Subcuencas Hidrológicas formato .shp [.shp]. 1:1,000,000. México.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2021). Monitor de Sequía de México (MSM). <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2020). Actualización de disponibilidad media anual de agua en el acuífero Lagunas (1449), Estado de Michoacán. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/michoacan/DR_1449.pdf
- Cruz-Sáenz, D., Muñoz-Nolasco, F. J., Mata-Silva, V., Johnson, J. D., García-Padilla, E., & Wilson, L. D. (2017). The herpetofauna of Jalisco, México: composition, distribution, and conservation. *Mesoamerican Herpetology*, 4(1), 23-118.
- Data México (2020). Principales lenguas indígenas habladas en Zapopán. Recuperado de: <https://datamexico.org/es/profile/geo/zapopan?disabilityOptions=physicalImperiment&peaSelector=unemployedOption&totalAndInformalJob=totalOption&totalGenderEducation=totalOption&totalGenderSelector=genderOption&workOrSchool=workMean#indigenous-dialect>
- Díaz Alonso, Fernando, *et.al.* (2006). Characteristic overpressure-impulse-distance curves for vapour cloud explosions using the TNO Multi-Energy model, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 137, No. 2, 734-741.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2014). Base referencial mundial del recurso suelo 2014. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Actualización 2015. Roma, Italia.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (5.a ed.). ISBN-UNAM, México, D.F.
- García E. & CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1998). Conjunto de datos climáticos de México [.shp]. 1:1,000,000. México.
- Gobierno del Estado de Jalisco (2012). Capacitación a Autoridades Municipales 2012 - 2015, Análisis de Riesgos Municipales. México.
- Gómez O. (2013). Evaluación de Impacto Ambiental (3ª. Ed) Mundi-Prensa.
- Guidelines for Selection Process Safety 2 Ed.
- Lugo Hubp, J., & Córdova, C. (1992). Regionalización geomorfológica de la República Mexicana. *Investigaciones Geográficas*, 1(25). <https://doi.org/10.14350/rig.59012>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII .shp [.shp]. 1:250,000. México.

Estación de Descompresión NOVASEM

- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Carta Topográfica clave F13D75 Jocotepec [.shp]. 1:50,000. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). Conjunto de datos Fisiográficos, serie I [.shp]. 1:1:1,000,000. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Guía para la interpretación de cartografía Edafología, escala 1:250,000, Serie III. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012). Relieve. Estado de México.
- Municipio de Acatlán de Juárez. (2015), Plan Municipal de Desarrollo de Acatlán de Juárez, México.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, Industrial del Petróleo. Modalidad: Particular. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121008/Guia_MIA-Particular_Petrolero.pdf.
- SGM, Servicio Geológico Mexicano (2005). Conjunto de datos geológicos de la República Mexicana [.shp]. 1:50,000. México.
- SMN, Servicio Meteorológico Nacional (2010). Normales climatológicas para el periodo 1951-2010, Estación Acatlán de Juárez, municipio de Acatlán de Juárez. México, D.F.
- EMAS, Sistema de Información y visualización de Estaciones Automáticas (2022). Datos climatológicos de la estación Tlajomulco ubicada en el estado de Jalisco. México.
- PEMEX, DCO-GDOESSPA-CT-001 (2007). Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en las Instalaciones de Petróleos Mexicanos, Rev.1.
- SINA, Sistema Nacional de Información del Agua (2019). Situación de los Recursos Hídricos. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/situacion-de-los-recursos-hidricos> (octubre, 2019).
- Trey Turner and Ali Sari, PHD, PE., Vapor Cloud Explosion Prediction Methods-Comparison of TNO Multi-energy (ME) and Baker-Strehlow-Tang (BST) Models in terms of Vulnerability of structural damage caused by an explosion, Atkins Oil and Gas.